



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE NUTRIÇÃO**

Yasmin Silva Lemos

**ANÁLISE DE COMPOSTOS FUNCIONAIS BIOATIVOS DA FARINHA DA
PUPUNHA AMARELA (*Bactris gasipaes Kunth*) OBTIDA POR SECAGEM
CONVECTIVA E INFRAVERMELHA**

BELÉM

2021

Yasmin Silva Lemos

**ANÁLISE DE COMPOSTOS FUNCIONAIS BIOATIVOS DA FARINHA DA
PUPUNHA AMARELA (*Bactris gasipaes Kunth*) OBTIDA POR SECAGEM
CONVECTIVA E INFRAVERMELHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquidea Vasconcelos dos Santos.

BELÉM

2021

Yasmin Silva Lemos

**ANÁLISE DE COMPOSTOS FUNCIONAIS BIOATIVOS DA FARINHA DA
PUPUNHA AMARELA (*Bactris gasipaes Kunth*) OBTIDA POR SECAGEM
CONVECTIVA E INFRAVERMELHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição
pela Universidade Federal do Pará.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª Dr^ª Orquidea Vasconcelos dos Santos
(Universidade Federal do Pará – Orientador)

Prof^ª Dr Francisco Nascimento Chagas
(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

Mestranda Stephanie Dias Soares
(Universidade Federal do Pará – Membro externo)

“Se você não gosta do seu destino, não aceite. Em vez disso, tenha coragem de mudá-lo do jeito que você quer que seja”.

Naruto

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer à Deus por ter me ajudado a chegar até aqui com saúde, apesar dos inúmeros problemas que fizeram com que este ano fosse bem conturbado. Ele que esteve comigo todos os dias me dando forças para continuar, não desistir, tentar fazer o máximo que desse e guardando minha saúde mental consigo.

Agradeço à minha família, meus pais Clenildo e Nazaré e ao meu irmão Rafael, por todo apoio nas minhas escolhas tanto pessoais quanto profissionais, amor, educação repassada, vibração nas conquistas, acolhimento, conversas e ajuda nessa trajetória. Sem dúvidas, eu amo vocês!

Em especial, a minha mãe Nazaré por todo o apoio prestado, ser uma amiga para mim, pelos conselhos, empatia, dedicação e sempre estar presente para estender a mão para me ajudar em qualquer momento que fosse preciso, mesmo com o tempo dela limitado. Mãe, você é demais! Eu me vejo em você!

Aos meus melhores amigos, Hellen e Pedro, que são como uns irmãos para mim e, mesmo longe fisicamente, estão comigo há muitos anos desde a escola, acompanhando a minha caminhada, conquistas, dificuldades, experiências, tristezas, alegrias, sendo meu ombro amigo por todos esses anos, sinto muita falta de vocês! todos os dias!

A minha querida orientadora professora Orquídea por ter aberto as portas do Laboratório de Ciência de Alimentos, me dado a oportunidade de pertencer a essa grande família e acreditar no meu potencial como orientanda. A senhora foi imprescindível na minha formação tanto profissional quanto pessoal e obrigada por cada ensinamento repassado, a levarei sempre comigo!

As minhas melhores amigas da faculdade, Andressa, Dafne e Laisy, por todos os momentos que passamos juntas na graduação e fora, pelo incentivo diário, empatia, compaixão e conselhos no decorrer do curso, vocês me ensinaram muito! Vocês ocupam um lugar muito especial no meu coração e só desejo sucesso para vocês!

Aos meus amigos do Laboratório de Ciência dos Alimentos, Stephanie, Rosely, Danilo, Luana, Giovana e Ana Beatriz, pela convivência, troca de aprendizados, ajuda, apoio, conversas descontraídas e parceria.

A todos os professores e professoras da faculdade que contribuíram no meu aprendizado e formação acadêmica, agradeço os ensinamentos, empenho, dedicação e apoio prestado na minha graduação.

A UFPA, a qual sempre foi um dos meus sonhos passar nessa universidade e, que tornou-se uma outra casa para mim, onde tive diversos momentos felizes.

RESUMO

A região amazônica é detentora de uma variedade de espécies de frutas oleaginosas, as quais possuem um alto valor nutricional e propriedades funcionais que ajudam na prevenção de diversas Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT's), dando destaque para a pupunha. Desse modo, o objetivo desse estudo é analisar a composição funcional em constituintes bioativos da farinha de pupunha amarela (*Bactris gasipaes* Kunth) obtida por secagem convectiva e infravermelha. A metodologia adotada é a preconizada da Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Os carotenoides, polifenóis totais, flavonóides e antocianinas foram estipulados por espectrofotometria, além das análises físico-químicas realizadas na farinha. A polpa de pupunha seca tanto por secagem convectiva quanto infravermelha apresentaram bons rendimentos; acerca dos parâmetros de qualidade físico-químicos, a farinha de pupunha obtida por secagem convectiva pH:6,14±0,05;ATT: 2,13±0,30; Aw: 0,34±0,00;SST: 1,75±0,00 se sobressaiu em relação a secagem infravermelha pH: 7,4±0,04;ATT:1,49±0,30;Aw: 0,61±0,00; SST: 1,00±0,00, demonstrando alta estabilidade; em relação aos carotenoides, o conteúdo identificado na farinha por secagem convectiva (β -caroteno, α -Caroteno, γ -caroteno e licopeno) foi superior ao da infravermelha; os teores de compostos fenólicos totais encontrados foram baixos para as duas secagens, enquanto que o conteúdo de flavonoides e antocianinas foram elevados nas duas secagens, especialmente na secagem infravermelha (114,7±0,05; 75,7±0,43, respectivamente). Diante do exposto, pode-se inferir que a farinha de pupunha apresenta boas condições para ser inserida na alimentação da população, pela alta estabilidade apresentada e ser rica em compostos bioativos (carotenoides, flavonoides e antocianinas), o que caracteriza a sua qualidade funcional bioativa, fornecendo proteção a saúde contra diversas doenças.

Palavras-chave: *Bactris gasipaes* Kunth, compostos bioativos, carotenoides.

ABSTRACT

The Amazon region holds a variety of oleaginous fruit species, which have a high nutritional value and functional properties that help in the prevention of several CNCD's, highlighting the peach palm. Thus, the aim of this study is to analyze the functional composition of bioactive constituents of yellow peach palm flour (*Bactris gasipaes* kunth) obtained by convective and infrared drying. The methodology adopted complies with the standards of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Carotenoids, total polyphenols, flavonoids and anthocyanins were determined by spectrophotometry and physicochemical analyzes were carried out on the flour, following the accepted and recommended methodology. The peach palm pulp dried by both convective and infrared drying showed good yields (almost 40%); regarding the physical-chemical quality parameters, the peach palm flour obtained by convective drying (pH: 6.14 ± 0.05 ; ATT: 2.13 ± 0.30 ; Aw: 0.34 ± 0.00 ; SST: 1.75 ± 0.00) stood out in relation to infrared drying (pH: 7.4 ± 0.04 ; ATT: 1.49 ± 0.30 ; Aw: 0.61 ± 0.00 ; SST: 1.00 ± 0.00), demonstrating high stability and is in greater compliance with the allowed microbiological and enzymatic control; in relation to carotenoids, the content identified in flour by convective drying (β -carotene, α -carotene, γ -carotene and lycopene) was higher than that of infrared, however, in relation to other research on the fruit, they were underestimated; the levels of phenolic compounds found were low for both dryings, while the content of flavonoids and anthocyanins were high in both dryings, especially in the infrared drying (114.7 ± 0.05 ; 75.7 ± 0.43 , respectively). Given the above, it can be inferred that peach palm flour has good conditions to be inserted more and more in the diet of individuals, due to its high stability and being rich in bioactive compounds (carotenoids, flavonoids and anthocyanins), which characterizes its bioactive functional quality, providing health protection against various diseases.

Keywords: *Bactris gasipaes* Kunth, bioactive compounds, carotenoids.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Fontes amazônicas e seus principais carotenoides.....	26
TABELA 2 – Diferença de rendimento entre as secagens convectiva e infravermelha.....	46
TABELA 3 – Parâmetros de qualidade físico-química da farinha de pupunha amarela (<i>Bacteris gasipaes</i> Kunth)	47
TABELA 4 – Teor de carotenoides na secagem convectiva e infravermelha da farinha de pupunha amarela.....	49
TABELA 5 – Conversão de carotenoides em RE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	51
TABELA 6 – Determinação de licopeno na farinha de pupunha em diferentes secagens.....	52
TABELA 7 – Teor de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas em diferentes secagens da farinha de pupunha amarela.....	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Frutos da <i>Bacteris gasipaes</i> Kunth.....	17
FIGURA 2 – Pupunheira (<i>Bacteris gasipaes</i> Kunth)	19
FIGURA 3 – Benefícios dos carotenoides	28
FIGURA 4 – Secagem no meio ambiente	30
FIGURA 5 – Secagem convectiva.....	32
FIGURA 6 – Liofilizador	34
FIGURA 7 – <i>Spray dryer</i>	35
FIGURA 8 – Refrância window.....	37
FIGURA 9 – Infravermelho.....	39
FIGURA 10 – Fluxograma das análises.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 JUSTIFICATIVA.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DA PUPUNHEIRA (<i>BACTERIS GASIPAES</i> KUNTH)	17
3.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL.....	19
3.3 COMPOSIÇÃO FUNCIONAL.....	21
3.3.1 Compostos fenólicos.....	22
3.3.1.1 Flavonoides.....	23
3.3.1.1.1 Antocianinas.....	24
3.3.2 Carotenoides.....	24
3.4. FORMAS DE CONSUMO NA SAFRA.....	28
3.5 MÉTODOS PARA AUMENTAR O CONSUMO NA ENTRESSAFRA.....	29
3.5.1 Secagem natural.....	30
3.5.2 Secagem convectiva.....	32
3.5.3 Liofilização.....	33
3.5.4 Spray Dryer.....	35
3.5.5 Refratância window.....	37
3.5.6 Secagem infravermelha.....	39
4 OBJETIVOS.....	41
4.1 OBJETIVO GERAL.....	41
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
5 METODOLOGIA.....	42
5.1 PREPARO DA AMOSTRA.....	42
5.2 TÉCNICAS DE SECAGEM.....	42
5.3 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA.....	42
5.4 PH.....	42
5.5 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	42
5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST).....	43
5.7 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	43
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1 RENDIMENTO DAS SECAGENS.....	46

6.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE.....	47
6.3 QUALIDADE NUTRICIONAL E FUNCIONAL.....	48
6.3.1 Carotenoides.....	48
6.3.2 Compostos fenólicos.....	52
7 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Malta *et al.* (2019), as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) compreendem doenças do aparelho circulatório, diabetes, câncer e doença respiratória crônica, sendo responsáveis pela morbimortalidade de grande parte da população mundial, ocasionando perda da qualidade de vida, incapacidades e limitações. Estima-se que 70% das mortes globais são causadas por essas doenças, as quais afetam todas as idades, contudo, é avaliado o risco de mortes prematuras, na faixa etária de 30 a 69 anos, em 18% (CONFORTIN *et al.*, 2019). No Brasil, não é diferente, as DCNT constituem um problema de saúde de grande magnitude, contribuindo com 74% do percentual de óbitos e 17% de mortes precoces verificados no país (WHO, 2020).

Dentre as DCNT, inclui-se as doenças cardiovasculares (DCV), ou também chamadas, doenças do sistema circulatório que, no ano de 2016, representaram entre as 56,9 milhões de mortes ocorridas no mundo, associação a cardiopatia isquêmica e o acidente vascular encefálico, sendo estas as principais causadoras de mortes nos últimos 15 anos (WHO, 2018). No Brasil, 28% do total de óbitos avaliados são causados pelas DCV nesses últimos 5 anos e atinge 38% na faixa etária de 18 a 65 anos de idade (SIQUEIRA *et al.*, 2017). Em uma pesquisa feita em Belém do Pará, amostra formada de 90 indivíduos de ambos os sexos, com idade acima de 18 anos e com diagnóstico médico de infarto agudo do miocárdio ou angina instável, foi observado o predomínio das doenças no sexo feminino (70%), com a média de idade de 63,87 anos e a prevalência dos fatores de riscos foram: hipertensão arterial sistêmica (83,33%), dislipidemia (62,22%), sedentarismo (74,43%) e excesso de peso (64,44%) (SILVEIRA *et al.*, 2018).

As DCNT e as DCV, apesar de estarem associadas a fatores de riscos, como a obesidade e hereditariedade, também estão relacionadas à baixa ingestão de ingredientes vegetais ricos em compostos bioativos, os quais protegem a saúde dos indivíduos. Com isso, pode-se dizer que uma das causas dessas doenças têm associação com a desregulação da dieta, ou seja, uma alimentação pobre no consumo desses bens vegetais, visto que tem como qualidade a prevenção dessas patologias, principalmente os agravos cardiovasculares. Dentre esses bens, as frutas de oleaginosas comestíveis têm um alto valor nutricional e propriedades funcionais, as quais pode-se citar as frutas amazônicas, a exemplo do açaí, tucumã e pupunha (SANTOS *et al.*, 2020). A partir disso, pode-se inferir que a pupunha é um alimento funcional, pois além de oferecer os elementos nutricionais básicos, possuem constituintes especiais em sua composição que se consumidos com frequência, traz efeitos benéficos ao organismo humano (FERNANDES *et al.*, 2018).

No Brasil, o cultivo da pupunha (*Bacteris gasipaes* Kunth) ocorre em toda a região Amazônica, onde é utilizada de diferentes formas para consumo, como na forma de farinha, bebidas, óleo comestível e na forma cozida (vendida *in natura*). Esse fruto tem considerável valor energético, nutricional e pró-vitamínico, dando destaque aos seus altos teores de proteínas, fibras, carotenoides, em especial a provitamina A (β -caroteno), lipídeos, além de amido, vitamina B, C, ferro e outros minerais. Em relação ao seu alto conteúdo de β -caroteno, a pupunha é considerada como um dos principais antioxidantes da dieta, com a habilidade de desativar radicais livres e oxigênios reativos produzidos naturalmente por processos fisiológicos no organismo, o que favorece para o fortalecimento do sistema imunológico, diminuindo o risco de patologias (SERAGLIO *et al.*, 2015).

A pupunheira (*Bacteris gasipaes*) é uma palmeira oriunda da região amazônica e produz frutos de tamanhos, formas e cores variáveis. Quando jovem, o fruto encontra-se verde, quando maduro, pode possuir a cor amarela, vermelha ou a junção destas, quanto a polpa, possui textura variável, em função da sua composição em óleo, fibra, água e amido (EMBRAPA, 2019).

Entre as técnicas que podem ser utilizadas nas análises, pode-se citar a técnica de secagem infravermelha que é um método que promove o fornecimento de calor através de luz infravermelha, além de ser eficaz na desidratação e conservação de alimentos. Ademais, em uma pesquisa realizada a respeito da comparação de compostos bioativos em uma fruta *in natura* e após secagem infravermelha, evidenciou-se ainda mais o teor de compostos bioativos (ácido ascórbico e fenólicos totais) após o método (GARDUSI *et al.*, 2014).

A técnica de secagem convectiva é um outro procedimento que promove a desidratação da amostra, todavia, por convecção forçada (GIRÓN *et al.*, 2017). Sendo o método mais utilizado em produtos agrícolas e que promove a redução da atividade biológica e química, garantindo qualidade e estabilidade do produto final (NASCIMENTO *et al.*, 2018). O processo compreende uma secagem forçada, tendo a presença de alguma fonte térmica advinda de um fornecimento de energia (LIMA *et al.*, 2021).

O processo de secagem por liofilização consiste no congelamento do produto e, após isso a desidratação pelo método de sublimação, o que promove a redução do teor de água e, por conseguinte, a minimização da ocorrência da maior parte das reações que provocam a degradação do produto. A liofilização é considerada como um dos melhores métodos de secagem, haja vista que mantem as propriedades nutricionais e organolépticas do alimento (ALMEIDA *et al.*, 2019).

A secagem por spray dryer é uma técnica amplamente utilizada na indústria de processamento de alimentos e bem conhecida. Esse método realiza a conversão do material

líquido em pó em apenas uma etapa, no qual durante o processo, o alimento é atomizado na câmara de secagem e, o spray resultante se mistura com o ar quente tornando-se partículas secas (CHONG *et al.*, 2017).

O processo de secagem por refratância window é um método em que não utiliza calor para secagem de produtos, entre eles purês sensíveis ao calor, mas também fatias de frutas e vegetais. Esse tipo de secagem possui inúmeras vantagens e, conseqüentemente encontrou vários tipos de aplicações em indústrias de algas, nutracêutica, cosmética, farmacêutica e de manuseio de pigmentos. Ao contrário de outros métodos de secagem, a refratância window não precisa de altas pressões operacionais. Ademais, há uma limitação para oxidação, formação de radicais livres e produtos secos, oferecendo maior vida útil (MOSES *et al.*, 2018).

Dessa forma, o intuito da pesquisa é investigar a composição funcional bioativa da farinha de pupunha amarela (*Bactris gasipaes* Kunth) por secagem convectiva e infravermelha.

2 JUSTIFICATIVA

Conforme Aleixo *et al.* (2020), as doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis aproximadamente por 70% das mortes ocorridas no mundo e possuem etiologia multifatorial, podendo se desenvolver ao longo da vida, trazendo grandes custos a saúde dos indivíduos. Entre as causas, a principal causa subjacente é a alimentação e, acerca disso, há evidências científicas que a dieta a base de ingredientes vegetais e cereais, com pouco ou nenhum alimento de origem animal tem promovido a diminuição do risco de DCNT e benefícios a saúde.

Assim como as outras DCNT, as doenças cardiovasculares têm como uma de suas causas o déficit do consumo de alimentos vegetais e frutos associado. Diante disso, estudos têm demonstrado que há uma relação entre o consumo do tucumã-do-amazonas, mas também de diversas outras frutas da região, como o açaí, bacaba, pupunha, cuma-cuma, castanha-do-pará, entre outras e o efeito hipolipidêmico. (MATTOS *et al.*, 2020).

A respeito disso, a região Amazônica é detentora de uma grande variedade de espécies de frutas que tem potencial medicinal e alimentar, além das já citadas acima, têm-se o buriti, buritana, ata brava, piaçaba braba, tucumzinho e cupuaçu. O açaí, por exemplo, é um fruto bem conhecido tanto no Brasil como em outros países, devido a sua capacidade bioativa: neuroprotetora, antioxidante, antimicrobiana, outras frutas têm a mesma funcionalidade, como a uva, o mirtilo e morango (RIBEIRO *et al.*, 2018). Portanto, pode-se afirmar que as frutas da região Amazônica têm um grande potencial na proteção de diversas doenças crônicas não transmissíveis.

Vale ressaltar que a pupunha (*Bacteris gasipaes* Kunth) conforme Seraglio *et al.* (2015) é uma fruta rica em compostos bioativos. Dentre eles, os carotenóides, que são os antioxidantes mais importantes que esse fruto apresenta, no qual contribui no combate aos radicais livres da dieta e oxigênios reativos, sendo estes, um dos fatores responsáveis no surgimento de vários tipos de câncer. Outrossim, há pesquisas que dão destaque a presença de ômega (ω -3, ω -6 e ω -9), o que evidencia a importância funcional desse fruto na prevenção de doenças cardiovasculares e a redução de outras DCNT (SANTOS *et al.*, 2020).

Em relação a produção e exportação desse fruto, o Brasil vende anualmente por volta de 300 milhões de dólares de pupunha, sendo o maior produtor, exportador e consumidor mundial (LIMA *et al.*, 2016). A partir da pupunha pode-se fazer diversas receitas coloridas, como patês, sopas, cuscuz, vitaminas, massa para pizzas, sorvetes, biscoitos, bolos e farinha. Isso possibilita agregar valor nutricional ao produto, diversificar a demanda para pupunha e em certos casos, oferecer um método adicional de conservação e comercialização (farinha) (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

Nesse contexto, as formas de secagem que serão empregadas neste trabalho, assim como as outras, são importantes na elaboração de produtos, pois elas os desidratam, reduzem o volume e aumentam a vida útil, tornando-os mais estáveis (LEITE *et al.*, 2018). No entanto, conforme a pesquisa de Gardusi *et al.* (2014), a secagem infravermelha utilizada na casca mexerica aumentou de forma acentuada a disponibilidade dos compostos bioativos presentes nela (com a utilização da temperatura adequada) e na farinha, produzida a partir do epicarpo da pupunha, a qual passou por secagem convectiva e pôde-se evidenciar alta concentração também de compostos bioativos (GIRÓN *et al.*, 2017).

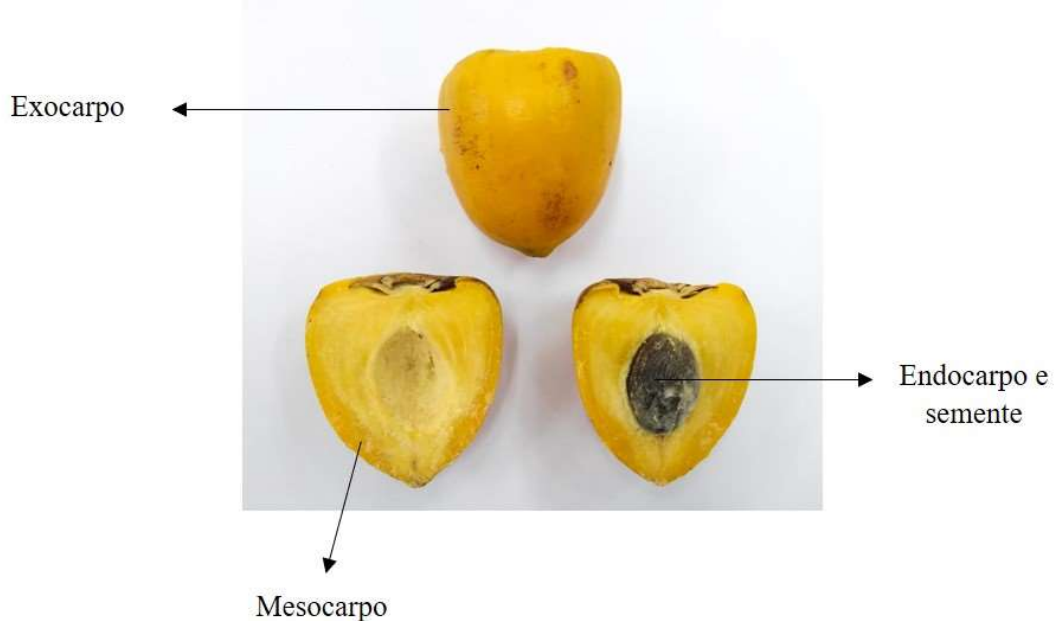
Para tanto, pode-se perceber que as frutas da região Amazônica, em especial a pupunha precisa ser mais estudada para se obter mais conhecimento a respeito de suas propriedades funcionais e a importância de introduzi-la cada vez mais na dieta dos indivíduos, devido esse fruto possuir um grande potencial na redução das doenças crônicas não transmissíveis.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DA PUPUNHEIRA (*BACTERIS GASIPAES* KUNTH)

Conforme Ribeiro *et al.* (2020), os frutos da pupunheira, conhecida pelo nome científico *Bactris gasipaes* Kunth, pertence à família Arecaceae, são nativos da Região Amazônia e podem ocorrer como selvagens ou variedades domesticadas, na qual suas diferenças genéticas variam conforme o local de cultivo, demonstrando diferenças sensoriais, em aroma e cor. Entretanto, essa palmeira estende-se de Honduras, na América Central no limite norte, até a Bolívia, em toda região Amazônica e parte do nordeste brasileiro. Existe uma ampla variabilidade genética dos frutos em que varia o tamanho, cores e constituintes nutricionais (AGUIAR *et al.*, 2019). A pupunha, observada na figura 1, é dividida em: exocarpo (casca), mesocarpo (polpa), endocarpo (película envolvida na semente) e semente.

Figura 1- Frutos da *Bactris gasipaes* Kunth



Fonte: Autor (2021).

O formato da pupunha varia de ovoide a cônico e em suas dimensões comprimento (2-7 cm), largura (2-8 cm) e peso (4-186g). A cor da casca é verde quando o fruto está imaturo e quando maduro, varia de amarelo a vermelho. A polpa (mesocarpo) alterna do branco ao alaranjado, diversificando em relação ao seu tamanho, na qual pode ser classificado em: microcarpa, peso inferior a 20 g oleoso e fibroso; mesocarpa, com peso entre 20 e 70 g oleoso e fibroso também e; macrocarpa, com peso superior a 70 g, tendo alto teor de carboidratos e baixo conteúdo de óleo. Em endocarpa escura, é comum a semente no centro da fruta, porém

pode acontecer de estar na extremidade distal (AGUIAR *et al.*, 2019; TORRES-VARGAS *et al.*, 2021).

Na Amazônia Central, o fruto floresce entre agosto e outubro e; o período de frutificação ocorre entre dezembro e março, contudo em condições climáticas favoráveis pode ocorrer um período adicional de florescimento e frutificação em menor escala (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

De acordo com Pereira *et al.* (2019) e Neri-Numa *et al.* (2018), a pupunheira (fig.2) é uma palmeira mundialmente reconhecida pela fabricação de palmito, a partir do seu caule e possui um excelente valor no mercado. O palmito é extraído do topo do pendúculo, tendo um sabor agradável, macio e baixo valor calórico. Observa-se vantagens de ser produtor deste, pelo primeiro corte ser após o plantio a partir de 18 meses, apresentar qualidade, perfilhamento da mãe de maneira profusa e rentabilidade, pois 1 hectare pode fornecer de 5.000 a 12.000 palmitos por ano. A *Bactris gasipaes* Kunth pode produzir cachos que contenham de 50 a 1000 frutos de semente única (BEZERRA *et al.*, 2016).

Essa palmeira faz parte da família Arecaceae, que tem como características estipe, de modo geral, lenhoso, ocasionalmente ramificado ou simples. A maior parte das espécies apresentam espinhos e suas folhas simples, pecioladas, palminérvias ou segmentos foliares, alternadas ou raramente dísticas. A infrutescência e inflorescência estão inclusas no grupo das angiospermas, em especial das monocotiledôneas, sendo que os frutos, na maioria das vezes, apresentam-se como drupa (raro baga) e a presença de uma semente (DE SOUZA e LIMA, 2019). Em consonância com anterior, a palma da pupunha é monóica, multifilar, espinhosa (ou não), alógamo, podendo chegar a 20 m de altura e diâmetro de 15 a 20 cm (AGUIAR *et al.*, 2019; NERI-NUMA *et al.*, 2018).

Figura 2- Pupunheira (*Bacteris gasipaes* Kunth)



A folha é pinada
(com penas) e
sem espinhos

Cilíndrica, ereta e
sem espinhos no
tronco

Fonte: Autor (2021).

A palmeira de pupunha, diferente de outras espécies de palmeiras, como juçara (*Euterpe edulis*) e açaí (*Euterpe oleracea*), produz diversas colheitas de palmito por ano e tem alta habilidade de adaptação e produção. O cultivo da pupunheira pode ser realizado em variáveis condições climáticas, todavia a sua temperatura ideal é de 21 °C anual, clima quente e úmido, com umidade relativa de 80 a 90% e 2.000 mm de chuvas bem distribuídas. Ademais, é necessária a utilização de muita água para que essa planta possa crescer e o enriquecimento do solo com matéria orgânica para garantir alta produtividade. Solos deficientes em P, K, N ou Mg promovem a redução do crescimento (RIBEIRO *et al.*, 2020).

3.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

A pupunha é um fruto com alto valor nutricional, haja vista que possui tanto qualidades nutritivas quanto energéticas, principalmente por seus aminoácidos essenciais, ácidos graxos

insaturados, carotenoides e fibras, além de vitamina A, B, C, ferro, fósforo, cálcio, zinco e carboidratos (especialmente amido) (DE LIMA *et al.*, 2020; SERAGLIO *et al.*, 2015). Ademais, há a presença de baixo teor de sódio e açúcares, configurando como uma das frutas mais equilibradas da região Amazônia (MARTÍNEZ-GIRÓN *et al.*, 2021; TORREZ-VARGAS *et al.*, 2021).

Segundo Bezerra *et al.* (2016), nutricionalmente, este fruto difere em seus teores, principalmente, relacionados a carboidratos e lipídios, em que pode ocorrer a variação de carboidratos de 50 a 80% (representados especialmente na forma de amido) e de 3,7 a 15,7% de lipídios. Ademais, comprova-se que os frutos menores tendem a ser mais fibrosos e oleosos, quanto aos maiores são mais ricos em amido, no qual seus dois constituintes principais (amido e óleo) possuem uma relação inversamente proporcional. O óleo da pupunha extraída da semente ou do mesocarpo, pode conter de 51,8 a 69,9% de ácido oleico (C18:1).

Em conformidade com Torres-Vargas *et al.* (2021), em relação ao aspecto nutricional do fruto, possuindo 10,5-16,7% de lipídios, 5,8-8,51% proteína bruta, 56,9-61,7% extrato de nitrogênio e 1,93-2,80% cinzas, sendo sua polpa excelente fonte de proteínas, por conter todos aminoácidos essenciais. Outro estudo demonstra também alto conteúdo de lipídios (8-36%), além de amido (72%) e elevados níveis de carotenoides, com atividade pró-vitamina A (RIBEIRO *et al.*, 2021).

A partir desses benefícios nutricionais, há estratégias da utilização de frutos regionais, a exemplo da pupunha, para enriquecimento de produtos alimentícios, o que promove além da agregação de valor nutricional como valor comercial. As indústrias alimentícias têm visado a oferta de alimentos diversificados, com o intuito de inovar e produzir novos produtos, a partir da utilização das frutas ou subprodutos delas na elaboração de mercadorias. Entretanto, é necessário o cuidado da quantidade e qualidade acrescentadas nas formulações (DE LIMA *et al.*, 2020).

Corroborando com afirmativa anterior, a Embrapa (2019) formulou um biscoito adicionado de farinha de pupunha, em que o preparo do biscoito passou por diversas formulações até chegar na formulação mais adequada para o alimento, apresentando diferentes proporções de trigo e farinha de pupunha. Ao final dos resultados, em resumo, houve o aumento no valor energético total do biscoito, totalizando 423,27 kcal/100 g, 1,33% de fibra alimentar e apresentou em sua composição um teor de carotenoides totais de 5,51 µg/g.

3.3 COMPOSIÇÃO FUNCIONAL

De acordo com Melhorança Filho *et al.* (2012), desde o surgimento das civilizações, as pessoas buscam formas de tratar doenças ou patologias que apareciam na época. Diante disso, algumas frutas amazônicas chamam atenção pela presença de metabólitos biologicamente ativos (também chamados de metabólitos secundários), os quais são responsáveis por diversas funções na planta, mas também por possibilitar diversos benefícios a saúde humana (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Devido a atividade biológica dessas frutas, podem agir como antioxidantes, o que promove a inibição do dano oxidativo nas células humanas e, portanto, estar associado a prevenção e/ou desaceleração de doenças, a exemplo de doenças inflamatórias crônicas, câncer, relacionadas ao envelhecimento e diabetes mellitus (FARIA *et al.*, 2021). Na atualidade, as frutas oleaginosas têm se destacado e são alvo de diversas pesquisas científicas que comprovam sua eficiência antimicrobiana, dentre outros benefícios (MELHORANÇA FILHO *et al.*, 2012).

Entre essas frutas oleaginosas, a pupunha possui um grande potencial na saúde humana, por ser fonte de nutrientes, fibras dietéticas e compostos bioativos (principalmente carotenoides e compostos fenólicos). A extração de alto teor de compostos fenólicos desse fruto é imprescindível, devido o potencial antioxidante que esses componentes possuem, reduzindo assim, os efeitos deletérios causados pelos radicais livres nas células do corpo humano (GIOMBELLI, *et al.*, 2020; CHISTÉ *et al.*, 2021). Ademais, a fruta é rica em carotenoides, responsável pela cor intensa amarelo-laranja da casca ou polpa, sendo o β -caroteno (Provitamina A), δ -caroteno e γ -caroteno os principais carotenoides presentes nela (MATOS *et al.*, 2019).

Outrossim, a pupunha tem um ótimo perfil lipídico, com o predomínio de ácidos graxos insaturados (>50%), em evidência o teor de ácido oleico. Esses compostos são alvos de várias pesquisas por possuir propriedades na redução dos níveis de LDL-c, o que diminui o risco de doenças cardiovasculares (BEZERRA *et al.*, 2016).

Corroborando com um estudo realizado com ratos Wistar lactantes, em que observou-se que o grupo que consumiu a pupunha durante o período de lactação ganhou menos peso (apresentou menor Índice de Massa Corporal-IMC) e houve uma redução do seu colesterol. Em contrapartida, não teve resultados significativos a administração do fruto na fase pós-lactação, em comparação ao grupo controle (CARVALHO *et al.*, 2015).

Conforme Santos *et al.* (2017), acerca da existência desses componentes dietéticos que trazem inúmeros benefícios a saúde dos consumidores e, portanto, conhecidos como ingredientes funcionais, configura o fruto em questão como um alimento funcional. Alimento funcional é todo aquele alimento que, além de sanar as necessidades nutricionais, beneficia o

organismo, propiciando a melhora da saúde e a redução do risco de doenças. Portanto, dando ênfase ao fruto em ser utilizado como alimento funcional e saudável, promovendo proteção a saúde (DE LIMA *et al.*, 2020).

No entanto, há um desconhecimento pela maioria da população sobre os benefícios que esse fruto possui, os quais poderiam solucionar muitos problemas de saúde pública. A espécie *B. gasipaes* apresenta frutos comestíveis que servem tanto para alimentação humana quanto para animal (FRAGATA *et al.*, 2017).

3.3.1 Compostos fenólicos

Os radicais livres (RL) advêm tanto de processos metabólicos essenciais que acontecem no organismo humano quanto patológicos, fontes externas (como fumaça de cigarro e exposição à radiação ionizante) e exercícios físicos prolongados. A formação de radicais livres é acentuada no corpo humano, contudo, este dispõe de um sistema antioxidante que consegue controlar e reestabelecer o equilíbrio. Mas pode ocorrer de haver um desequilíbrio e, assim, promover o estresse oxidativo, o qual é responsável pelo envelhecimento, modificação e morte celular, assim como é causa o desenvolvimento de muitas doenças crônicas (GONÇALVES *et al.*, 2015).

Os compostos antioxidantes, também chamado de compostos bioativos, estão presentes em alguns alimentos, por isso a necessidade da identificação destes para que possam ser conhecidos, consumidos e inclusos na dieta dos indivíduos, visto os inúmeros benefícios que apresentam. Atualmente, sabe-se que esses compostos se encontram em hortaliças, frutas e ervas, a exemplo dos compostos fenólicos. Quando consumidos, podem atuar no combate aos radicais livres produzidos em excesso pelo organismo e, com isso, pode evitar a degeneração de tecidos, doenças cardiovasculares e até mesmo o câncer, entre outras doenças (NETO *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2015).

De acordo com De Moraes Arnoso *et al.* (2019), os compostos fenólicos (CFs), podem ser fenóis simples ou polifenóis, são metabólicos secundários produzidos por plantas, com objetivo de atuar como defesa natural a agressões externas e exercem influência na cor, estabilidade oxidativa, no sabor da planta ou alimento. Esses componentes, dando destaque para os flavonoides, podem atuar como agentes redutores, quelantes de metais ou desativadores do oxigênio singlete, sequestradores de radicais livres e/ou apresentar mais de uma dessas funções (FIRMO *et al.*, 2015).

Quimicamente, são constituídos de anéis aromáticos ligados a uma ou mais hidroxilas e há a existência de diversos tipos de CFs, contudo, a maioria apresenta-se na forma de

glicosídeos ou ésteres. Pode-se dividir em classes, de acordo com a estrutura molecular, número de anéis aromáticos e hidroxilas, ligações com outro grupamento, entre outras diferenciações, classificadas principalmente ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e lignanas (DE MORAES ARNOSO *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, as frutas amazônicas são bem requisitadas por serem ricas em antioxidantes, os quais inibem os danos oxidativos nas células humanas. Entre elas, a pupunha apresenta uma boa composição de compostos fenólicos e, apesar do seu conteúdo ser até mesmo maior que de carotenoides presentes no fruto, ainda faltam mais estudos a respeito da composição fenólica presente nele. Em função disso, pode-se perceber que o consumo dessa fruta oferece mais que somente nutrição (CHISTÉ *et al.*, 2021; FARIA *et al.*, 2020).

Na pesquisa de Ribeiro *et al.* (2019), sobre a avaliação da atividade antioxidante (AA) e compostos fenólicos (CFs) presentes no fruto da pupunha, notou-se um teor elevado: AA foi de 10,99% e 270,33 mg EAG.100 g⁻¹ no extrato etanólico, enquanto que no extrato metanólico foi de 8,31% e 177,00 mg EAG.100 g⁻¹, o que caracteriza o fruto como um potencial alimento funcional.

3.3.1.1 Flavonoides

Conforme Santos *et al.* (2017), os flavonoides apresentam substâncias capazes de reagir a atividade microbiana e, demonstram uma ampla variedade de atividades biológicas e terapêuticas. Há a existência de um grande número com mais 4.200 variedades de flavonoides na natureza com diversas propriedades: antiviral, antitumoral, anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e hormonal.

São compostos orgânicos heterocíclicos, constituídos por dois anéis aromáticos ligados entre si por um anel pirano. Eles podem ser subdivididos em seis grupos: flavonas (apigenina), flavonóis (quercetina), catequinas (epicatequina), flavononas (hesperitina), antocianinas (cianina) e isoflavonas (genisteina) (SANTOS *et al.*, 2017; DE MORAES ARNOSO *et al.*, 2020).

Esses compostos são sintetizados pela via metabólica do ácido acético e do ácido chiquímico, a partir da fenilalanina. Primeiramente, a fenilalanina sofre ação da enzima fenilalanina amônio liase, resultando em ácido cinâmico que, por conseguinte, é hidrolisado a ácido cumárico, o qual é condensado a 3 unidades de malonil- CoA, que forma a chalcona, a partir do qual todos os flavonoides são formados. Existe 14 classes de flavonoides, os quais são diferenciados conforme a sua natureza química e posição de substituintes de anéis, contudo as

estruturas químicas das seis classes mais importantes estão na figura abaixo (KOVALSKI *et al.*, 2020).

3.3.1.1.1 Antocianinas

As antocianinas têm uma grande relevância na alimentação, pois ajudam na prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer, assim como outros alimentos ricos em antioxidantes. De uma forma mais terapêutica, funcional ou farmacologicamente atuam sobre os radicais livres em excesso no organismo, tendo como fontes principais as uvas, vinho tinto, frutas vermelhas, repolho roxo, entre outros (REFOSCO *et al.*, 2019).

São constituídas de um grupamento de açúcar, aglicona (antocianidina) e, conseqüentemente, alguns ácidos. É raro encontrar antocianidinas livres, geralmente, estão presentes nas formas glicosiladas, principalmente com glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose. Acerca da pigmentação das antocianinas em flores, frutos, algumas folhas e até mesmo raízes, varia muito, desde vermelho a azul e, até mesmo roxo. A coloração depende do pH, o qual em pH ácido predomina o vermelho e no básico, o azul. Ademais, o grau de hidroxilação, padrão de metilação dos anéis aromáticos e o padrão de glicolisação também influenciam na coloração (DE MORAES ARNOSO *et al.*, 2020).

3.3.2 Carotenoides

Na natureza, encontram-se diversas algas, microorganismos, insetos e plantas que podem produzir corantes. Dentre os corantes, destaca-se o grupo dos carotenoides que são pigmentos naturais, com variações na sua coloração (amarelo, laranja e vermelho), com exceção de fitoflueno e fitoeno que são incolores. Há cerca de 700 representantes, sendo abrangente na natureza e pode ser encontrado desde microorganismos a animais. Algumas espécies de plantas superiores, fungos, bactérias e algas são capazes de produzir esses pigmentos. Em animais, aves (flamingo), peixes (salmão e truta) e crustáceos (lagosta, siri, camarão) são acumulados no organismo através da alimentação (LOBATO *et al.*, 2018; MESQUITA *et al.*, 2017).

Os carotenoides são derivados de tetraprenos (C40) formados de oito moléculas de isopreno, o isopentenil pirofosfato (IPP) e o isômero dimetilalil difosfato (DMAAP), tendo cada um 5 átomos de carbono. As moléculas podem ser advindas pela via do metileritritol fosfato (MEP) ou do ácido mevalônico (MVA), diferencia-se conforme o organismo produtor. Em plantas, a biossíntese dos carotenoides corresponde a via MEP, em que há a criação de DMAAP e IPP, por meio gliceraldeído-3-fosfato (G3P) e piruvato. A partir disso, ocorre a condensação desses dois isoprenos, o que gera a molécula de geranyl difosfato (C10) e, em seguida reage

após duas reações de condensação com duas moléculas de IPP. Esta é precursora do fitoeno, o primeiro carotenoide formado e, assim as reações de substituição, adição, ciclização, eliminação e rearranjos na molécula produzem distintas estruturas moleculares de carotenoides (LLANSOLA-PORTOLES *et al.*, 2017; MESQUITA *et al.*, 2017).

Conforme Llansola-Portoles *et al.* (2017) e Langi *et al.* (2018), esses compostos podem ser classificados em duas classes: carotenos, como α -caroteno, β -caroteno e licopeno (conhecidos como hidrocarbonetos puros) e, xantofilas (contém oxigênio na molécula), como a luteína. Os carotenos caracterizam-se por conter em sua estrutura uma cadeia hidrocarbônica linear ou cíclica em um ou nos dois terminais da molécula, enquanto que as xantofilas correspondem aos derivados oxigenados, em que os grupos são: epóxido (violaxantina), hidroxila (β criptoxantina), ceto (cantaxantina) e aldeído (β -citraurina). É importante ressaltar que além de moléculas com a presença de 40 carbonos, pode-se encontrar na natureza carotenoides com 45 ou 50 átomos de carbono, a exemplo do carotenoide decaprenoxantina (MESQUITA *et al.*, 2017).

Os carotenoides pró-vitamina A mais importantes, tanto pela ampla distribuição quanto por sua alta atividade, são os que possuem em sua terminação “-carotenos” e algumas xantofilas, como “-criptoxantina e alguns apo-carotenoides”. Desses, o que possui maior atividade de pró-vitamina A são os carotenos, devido cada molécula de caroteno fornecer duas moléculas, as quais são reduzidas em pró-vitamina A (retinol). Esses pigmentos lipossolúveis estão constantemente presente na alimentação, atraindo nossa atenção pelas suas cores. Existem de forma rica em frutos amarelos-laranjas (tomates, pimentões, abóboras, cenouras, entre outros), mas também em vegetais folhosos verdes-escuros (apesar do ofuscamento da clorofila nestes) (XAVIER *et al.*, 2016). Na tabela 1, demonstra algumas fontes da Amazônica e seus principais carotenoides.

Tabela 1- Exemplos de algumas fontes amazônicas e seus principais carotenoides.

Fontes	Principais carotenóides	Função no organismo humano	Citações das referências
Buriti	β -caroteno e cis β -carotene	Atividade antioxidante, anti-microbiana, anti-inflamatória.	Serra <i>et al.</i> (2019); Dos Santos <i>et al.</i> (2015); De Andrade Silva e Fonseca (2016)
Pracaxi	Carotenos	Atividade antioxidante e anti-inflamatória prevenindo doenças crônicas como o câncer e doenças cardiovasculares e neurodegenerativas	Serra <i>et al.</i> (2019)
Inajá	licopeno e β -caroteno	Atividade antioxidante	Dos Santos <i>et al.</i> (2015); Anunciação <i>et al.</i> (2019); Lopes <i>et al.</i> (2020); Barbi <i>et al.</i> (2020)
araçá-boi (Eugenia stipitata)	zeaxantina, 15-cis- β -carotene e trans- α -carotene (sendo os principais compostos liberados da matriz alimentar durante a digestão e disponibilizados para absorção do organismo)	Atividade antioxidante e função de pró-vitamina A prevenindo contra doenças crônicas degenerativas, como o câncer, doenças cardiovasculares e diabetes	Bernadina <i>et al.</i> (2020); Virgolin <i>et al.</i> (2017)

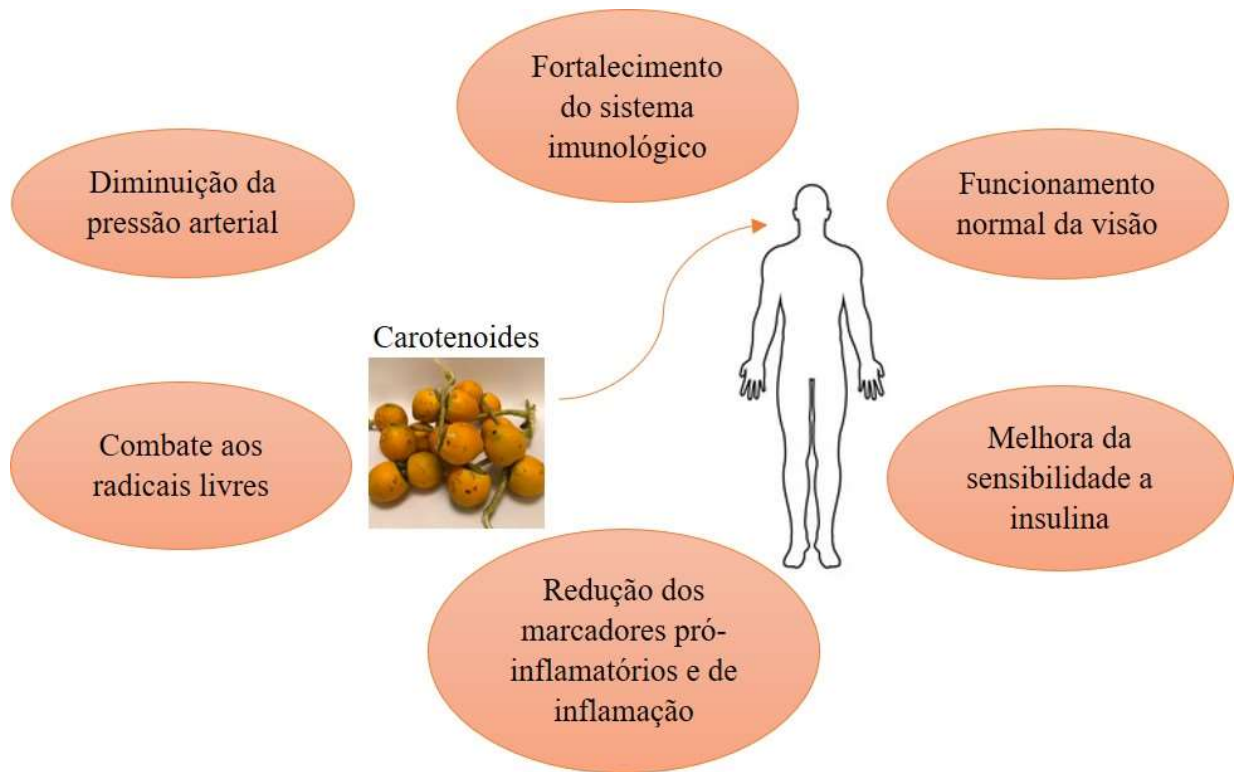
Tucumã	β -carotene, cis β -carotene (os principais), cis γ carotene, neoxanthin (mas também são altos os teores)	Propriedades antioxidantes e função de pró-vitamina A, protege o organismo contra as espécies reativas de oxigênio	Dos Santos <i>et al.</i> (2015); Virgolin <i>et al.</i> (2017)
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

Fonte: Autor (2021).

Os radicais livres são os grandes responsáveis de problemas patológicos e, quando acumulados em excesso podem promover estresses oxidativos, o que causa danos severos nas células do organismo e, assim diversos tipos de cânceres e o envelhecimento precoce. Logo, recomenda-se o consumo de alimentos ricos em antioxidantes, sendo os carotenoides (β -caroteno e licopeno) um desses principais. Eles podem absorver os radicais livres, seja inibindo esses radicais seja interrompendo a cadeia das reações oxidativas de lipídios ou outras moléculas de radicais livres (DE MENEZES FILHO *et al.*, 2018).

Em um estudo experimental com humanos, tendo a administração dos carotenóides β -caroteno, luteína, licopeno e zeaxantina durante 12 semanas, houve a redução significativa de subfrações de lipoproteínas aterogênicas, LDL-c, níveis OxLDL e do dano oxidativo ao LDL (BARONA *et al.*, 2012). Em um outro trabalho com animais, utilizou-se o licopeno, oferecendo doses de 10 g diariamente no período de 12 semanas, obtendo como resultado a diminuição da resistência à insulina e pressão arterial; reversão da disfunção endotelial em artérias de resistência e; manutenção da homeostase lipídica (FERREIRA-SANTOS *et al.*, 2020).

A respeito disso, a pupunha é uma excelente fonte de carotenoides, principalmente β -caroteno (precursor da vitamina A) e, outros metabólitos secundários. Sugere-se o potencial do consumo de certos vegetais ricos em carotenoides na prevenção de determinadas doenças, como cardiovasculares, degenerativas, alguns tipos de câncer, idade e catarata. Além disso, merece destaque o elevado teor desses compostos, pois poderia ser uma alternativa na deficiência de vitamina A, sendo essa a mais prevalente na população latino-americana (DE SOUZA MESQUITA *et al.*, 2020; BASTO *et al.*, 2016). Em resumo, na figura 3, mostra os benefícios a saúde o consumo de carotenoides.

Figura 3- Benefícios dos carotenoides.

Fonte: Adaptado de Maria *et al.* (2015).

Em função disso, esse grupo de compostos bioativos chamam muita atenção da comunidade científica, nutricionistas e indústria de alimentos, devido seus efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anticâncer (LANGI *et al.*, 2018).

3.4 FORMAS DE CONSUMO NA SAFRA

Na região amazônica, a pupunha é cultivada em larga escala e, em várias outras cidades onde é disseminada, sendo muito apreciada pelos seus sabores, cores e aromas peculiares. Além disso, é uma fruta típica do Norte do Brasil, inserida nos hábitos alimentares dessa população, estando presente no café da manhã, lanches da tarde ou em preparações culinárias de alto padrão. Geralmente, essa fruta é consumida depois de cozida em água e sal, na qual é uma prática necessária a fim de inibir os fatores antinutricionais (tripsina) presentes nela (LIMA *et al.*, 2020, BEZERRA *et al.*, 2016).

Na maioria dos casos, a população da região tem o hábito de consumir a pupunha cozida e como acompanhamento. Na pesquisa realizada, apenas 11,5% dos entrevistados relataram consumir a fruta sem nenhum acompanhamento. O consumo da fruta com o café foi o que mais destacou-se, sendo que 71% dos consumidores informaram consumir a fruta com café no lanche da tarde. Os outros 22% relataram consumir com farinha de mandioca, enquanto o restante 7%

disseram consumir com requeijão, goiaba, cupuaçu, sal, limão, farinha de tapioca, mel, molho de pimenta ou queijo (SANTOS *et al.*, 2021).

Contudo, o fruto é utilizado de várias maneiras pela população, tanto para consumo humano quanto para animal, produção de farinhas e como uso secundário para extração de óleos. Mas também pode ser consumido de outras formas, como na forma de bolos, espaguete, bebidas, entre outras (FRAGATA *et al.*, 2017; SERAGLIO *et al.*, 2015).

Diante das qualidades energéticas e nutritivas do fruto, a inserção de subprodutos, como a farinha, poderia ser uma boa estratégia para estagnar as deficiências nutricionais dessa população. O Brasil passa por uma transição nutricional, em que se observa o aumento da obesidade em regiões desenvolvidas, contudo nas regiões Norte e Nordeste a desnutrição ainda continua presente. É relatada a alta prevalência oculta da fome da região em dados globais, estando as deficiências de ferro e vitamina A entre as carências com maior prevalência no mundo (LIMA *et al.*, 2020).

Devido a isso, uma das estratégias é a adição de novas matérias-primas regionais a produtos preparados, com o intuito de inovar e agregar valor nutricional aos alimentos que já são comercializados nos mercados, como pães, tortas, bolos, biscoitos, panetones, iogurtes, macarrões, dentre outros. Recentemente, vem sendo utilizado farinhas integrais ou polpas de frutas desidratadas na mistura e processamento de vários alimentos, dentre eles o pão. É necessário ressaltar que o pão é um alimento bastante consumido no mundo inteiro, fortificando assim o produto nutricionalmente, haja vista que é fonte predominante de carboidratos (LIMA *et al.*, 2020).

3.5 MÉTODOS PARA AUMENTAR O CONSUMO NA ENTRESSAFRA

O alimento, por ter atividade biológica, está suscetível a perda de qualidade e redução da sua vida útil. Ademais, em todas as suas fases de processamento é exposto a deterioração e contaminação, ocasionada principalmente por enzimas, microorganismos e reações do oxigênio com o ar, mudando suas estruturas primárias. Por essa razão, atualmente, é marcado pela implantação da área de tecnologia de alimentos, a qual oferta métodos de preservação e conservação que, variam desde os mais simples aos mais elaborados, gerando maior diversidade de produtos de alta qualidade (LEONARDI *et al.*, 2018).

À vista disso, vários métodos tem sido aplicados ou estudados para prolongar a vida útil de vegetais e frutas na preservação pós-colheita, dentre eles a secagem. De modo geral, a secagem, ou também conhecida como desidratação, é uma operação unitária em que ocorre a

transferência de umidade que se encontra em um sólido para uma fase gasosa, ou seja, é a eliminação da água por evaporação (DA SILVA *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2021).

A secagem propicia a diminuição da atividade de água (A_w) e, conseqüentemente, o retardo do crescimento microbiano, da atividade enzimática e das taxas de reações químicas, propiciando a conservação do alimento (DA SILVA *et al.*, 2021). A partir disso, pode-se inferir que a secagem pode aumentar o consumo do fruto na entressafra, devido aumentar a vida de prateleira do produto. Existe diversos tipos de secagem, como a natural e artificial (em virtude de o processo ocorrer em um dado período de tempo): convectiva, liofilização, infravermelha, spray dryer e refratância window (LEONARDI *et al.*, 2018).

3.5.1 Secagem natural

A secagem de um alimento ou produto pode ocorrer de duas formas, utilizando-se o ar do ambiente (fig. 4) ou ar movimentado artificialmente, sendo estes métodos classificados como secagem natural e artificial, respectivamente (MACHADO *et al.*, 2013). A secagem natural corresponde ao processo que se dá a exposição do produto as condições ambientais para que o mesmo perca seu conteúdo de umidade por calor ou vento, sendo dependente das condições climáticas locais (LIMA *et al.*, 2021).

Figura 4- Secagem no meio ambiente



Fonte: Autor (2021)

De acordo com Leonardi *et al.* (2018), geralmente, a secagem natural é feita em regiões de temperatura que variam de 35 °C a 40 °C e, com intuito de se ter uma maior qualidade do produto é necessário que sua umidade diminua de 50% a 70% ao sol e continue o processo na

sombra para manter suas qualidades de cor e aroma natural. Basicamente, a secagem faz-se na exposição do produto à luz solar, em que é retirada parte da sua umidade por evaporação. É importante ressaltar que, no período de secagem, há um monitoramento constante do peso do produto, para verificar se o mesmo está ideal, o que indica a sua qualidade.

Outrossim, são utilizadas técnicas para perfeição desse tipo de secagem, como os pré-tratamentos químicos que são amplamente difundidos. O uso desses pré-tratamentos para secagem de frutas torna-se importante, com intuito de controlar diversos parâmetros de qualidade do produto final, como sabor, textura, cor e aroma. Esses pré-tratamentos podem variar, conforme o método e o objetivo, em que há desde a aplicação de antioxidantes para a preservação das características da fruta *in natura*, até a imersão das frutas em ácido ascórbico para repor a *vitamina C* perdida nesse processo de secagem natural e, com isso, conservar sua cor inicial (MORAIS *et al.*, 2021).

A secagem natural é um método simples, tradicionalmente executado em diversos países, tendo como vantagens facilidade de execução, preservação da qualidade nutricional do produto e o baixo custo operacional. Todavia, é um processo bem mais lento se comparado com os métodos artificiais, devido ser limitado pelo clima quando a temperatura e a umidade relativa do ar promoverem ao ar um baixo teor de secagem. Ademais, está suscetível a ataques de pragas durante o processo de secagem e problemas relacionados a intempéries (MORAIS *et al.*, 2021; SOUZA *et al.*, 2021).

Segundo Machado *et al.* (2021), na avaliação dos teores de compostos do óleo essencial de pimenta longa (*P. hispidinervum*) em diferentes secagens, observou-se variações nos constituintes do óleo essencial da pimenta dependendo do tipo de secagem, em que na secagem natural por 6 dias acentuou-se a presença apenas de quatro compostos: α -Pineno, Safrol, +Espatulenol e p-Cimen-8-ol (este não apareceu nos resultados da secagem na estufa). Entretanto, pode-se perceber que a secagem na estufa a 40°C por 6 dias foi o que apresentou maiores teores dos constituintes da pimenta.

Outro estudo acerca da secagem de sementes de melão usando diferentes métodos de secagem, observou-se que as amostras expostas ao sol e sombra diminuíram respectivamente 39,5 e 35%, contra 41,5% na redução da amostra submetida a secagem por microondas (DINIZ *et al.*, 2020).

3.5.2 Secagem convectiva

A secagem convectiva é o método mais usado em produtos agrícolas e que permite a redução da atividade enzimática e biológica do alimento, o que confere qualidade e estabilidade

do produto final. Com a finalidade de que o procedimento seja rápido, econômico e seguro é preciso o conhecimento e o monitoramento dos fenômenos físicos que ocorrem durante o processo (SMANIOTTO *et al.*, 2017).

De modo geral, esse processo é realizado na estufa, mas existe outros equipamentos que funcionam dessa mesma forma, a exemplo do secador de leite fixo. É preciso a trituração ou diminuição do volume da amostra (alimento ou produto), com intuito de se ter mais eficácia e diminuição do tempo do procedimento. Nesse equipamento, ocorre a circulação e renovação de ar, podendo ser administrada a temperatura deste, conforme o objetivo da análise, mas também pode-se monitorar a umidade relativa (UR), de hora em hora, pelas medidas do alimento úmido e seco (DA SILVA *et al.*, 2017; DE FARIAS LEITE *et al.*, 2016). Na figura 5, mostra a imagem da estufa.

Figura 5- Secagem convectiva



Fonte: Autor (2021).

É o procedimento em que há a retirada de água com ar através de uma transferência simultânea de calor, massa e momento. A corrente de ar quente é quem conduz o calor necessário para o alimento, sendo a energia transportada para superfície do produto por convecção e, então dentro do mesmo ocorre por convecção ou difusão conforme a estrutura do produto. Diante disso, provoca no produto o aumento da temperatura e evaporação da água. A umidade é transferida também por convecção da superfície do produto para o ar como vapor de água e de dentro do produto por capilaridade, convecção ou difusão (CASTRO *et al.*, 2018).

Entre as tecnologias, a secagem por convecção pode ser aplicada para o uso e reaproveitamento de resíduos. Ademais, essa técnica configura-se por ter alta flexibilidade e baixo custo (MORAES *et al.*, 2015). É necessário frisar que a secagem de alimentos por esse método é mais eficiente que a secagem natural, em virtude da retenção de vitaminas nos alimentos secos ser maior (LEONARDI *et al.*, 2018).

Em uma pesquisa sobre a degradação de compostos bioativos presentes na amora preta submetida a secagem convectiva, observou-se que houve a estabilização do produto final e, assim, aumentou sua vida útil por mais tempo. Não obstante, o conteúdo de antocianinas diminuiu em 24,25%, em comparação ao teor desses compostos no fruto *in natura* que era de 466 mg/100g s.s (COUGO *et al.*, 2015).

Conforme Moraes *et al.* (2015), na avaliação do impacto da secagem convectiva nos compostos bioativos dos resíduos do caju (*Anacardium Occidentale* L.), notou-se que teve uma preservação dos carotenóides (75,0%), compostos fenólicos (52,4%) e atividade antioxidante (60,2%). Entretanto, a respeito da presença de ácido ascórbico sofreu um significativo impacto e demonstrou apenas 24,9% do seu conteúdo.

3.5.3 Liofilização

A liofilização (freeze-drying) é um método de secagem diferenciado, haja vista que ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, tendo a transição direta da água previamente congelada para o estado gasoso, devido a mudança de estado físico chamada sublimação, com o intuito de tornar o produto estável por meio da diminuição da atividade de água. Ao final do processo, forma-se um produto seco, friável, de aspecto poroso, de caráter liofilico (YAMAGUCHI *et al.*, 2017).

Sobre o desempenho desse método, depende das condições operacionais postas nele (presente na figura 6) e, devido a isso, é preciso realizar uma extensa análise de seus efeitos no tempo de processamento e na qualidade do produto final. Esse processo de secagem foi desenvolvido com o propósito de manter as qualidades de aroma dos alimentos já que pode perder esse atributo em modalidades de processamento que aplicam altas temperaturas, a exemplo da secagem convencional (VIEIRA *et al.*, 2012).

Figura 6- Liofilizador



Fonte: Autor (2021).

É visto como o processo de secagem que fornece ao produto elevada qualidade. As baixas temperaturas e ausência de água líquida envolvidas no processo reduzem o deslocamento de sólidos solúveis no interior no produto, inibe reações de alterações químicas, promove a retenção de componentes aromáticos voláteis assim como a estrutura porosa do produto seco facilita sua rápida reidratação (DUARTE *et al.*, 2017).

Em função disso, os alimentos que são liofilizados possuem alto valor agregado por conservar uma boa parte dos nutrientes iniciais, haja vista que lida com baixas temperaturas no seu processamento. Contudo, a desvantagem desse método é o seu custo elevado se comparado aos outros tipos de secagem, o que precisa de mais estudos que reduzam seus custos operacionais e, portanto, colocando os preços dos produtos mais competitivos. Mas também a liofilização tem a tendência a auto agregação, baixo rendimento e alto consumo de energia (VIEIRA *et al.*, 2012; DOS SANTOS *et al.*, 2020; JAFARI *et al.*, 2016).

Em um estudo acerca da determinação de compostos bioativos e aspectos físico-químicos da casca de jabuticada submetida a secagem convectiva e liofilização, percebeu-se que esse último processo se sobressaiu, pois promoveu uma maior preservação dos compostos bioativos e parâmetros físico-químicos da fruta (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Corroborando com a avaliação de compostos bioativos e atividade antirradicalar em farinhas de bagaço de uvas de diferentes cultivares desidratadas em estufa e liofilizador, notou-se que as amostras secas pelo processo de liofilização tiveram índices superiores de compostos fenólicos totais, cuja avaliação individual dos teores desses compostos encontraram-se

conteúdos maiores de todos os flavonóides (epicatequina, catequina, quercetina, ácido vanílico, rutina), com exceção do ácido gálico, cafeico e ferrúlico, em que não houve a influência pelo método. Ademais, as amostras liofilizadas tiveram maior capacidade de inibição dos radicais livres em comparação as que secaram na estufa, sendo que no pelo método ABTS demonstrou que essas primeiras amostras obtiveram os melhores resultados (BENNEMANN *et al.*, 2018).

Enquanto que na pesquisa de Duarte *et al.* (2017) a respeito da influência da liofilização no comportamento dos carotenóides e perfil higroscópio em dois frutos do cerrado, verificou-se que os frutos apresentaram alta solubilidade e molhabilidade. Porém, constatou-se uma perda de 39,25% de carotenóides totais para cagaita liofilizada em relação a *in natura*.

3.5.4 Spray dryer

A secagem por *spray-dryer* (fig.7), ou também chamada de atomização, é um método bastante empregado pela indústria de alimentos e, quando utilizado em condições ideais de processamento, tem demonstrado eficácia na geração de diversos produtos. Este tipo de secagem quando aplicado em alimentos com alto teores de açúcares, como mel e suco de frutas, promove um grande potencial econômico e, a modificação desses bens em pó possibilita uma alta estabilidade, volume reduzido e uma boa reconstituição (DOS SANTOS *et al.*, 2014).

Figura 7- *Spray dryer*



Fonte: <https://envitechcorp.vn/en/2018/08/09/new-product-spray-dryer/>. Acesso: 6 de set.

2021

Conforme Petersen *et al.* (2017), é considerada secagem preferida para diminuir a quantidade água de muitos alimentos, produtos químicos e farmacêuticos. O processo é

contínuo, caracterizando-se pela mudança de estado líquido para um produto seco, num período de tempo relativamente curto. Utiliza-se de um sistema centrífugo ou de alta pressão, no qual o líquido é atomizado, pelo motivo de suas gotículas entrarem em contato com um fluxo de ar quente, acarretando uma evaporação rápida do produto e, que possibilita a manter baixa a temperatura do produto final. A partir disso, propicia a secagem de produtos que são altamente sensíveis ao calor, sem influenciar excessivamente sua qualidade (CARVALHO *et al.*, 2017).

É utilizada uma quantidade significativa de energia na secagem por pulverização para a remoção da água e, assim a formação o produto em pó. Em vista disso, a secagem por esse método não é nada econômico, existindo até uma competição acirrada entre as indústrias para tentar inovações com esse secador e, com isso, reduzir os custos e melhorar a qualidade do produto (PETERSEN *et al.*, 2017). Outrossim, os sucos de frutas que passam por esse processo apresentam entraves nas suas propriedades funcionais, com elevada higroscopicidade e pegajosidade (stickiness), que tornam a embalagem desses produtos e uso mais difícil (DOS SANTOS *et al.*, 2014).

Em contrapartida, as vantagens são que os produtos transformados em pó possuem baixa umidade, o que prejudica ou até mesmo impede o crescimento de microorganismos e as reações químicas que acontecem normalmente nos alimentos, as quais são responsáveis pela deterioração. Ou seja, esse método configura ao produto boa estabilidade, preserva (comumente) a sua qualidade e longevidade, dando possibilidade ao consumidor a ter acesso ao bem durante o ano e não somente no tempo de safra (CARVALHO *et al.*, 2017; DOS SANTOS *et al.*, 2014).

Segundo Bohn *et al.* (2014), na encapsulação de extrato crítico de jabuticaba (*Plinia trunciflora*) por atomização em *spray dryer*, verificou-se que não teve diferenças significativas ($p < 0,05$) dos teores de compostos fenólicos e antocianinas de quando estava *in natura* em relação após a realização do processo, assim como de seu potencial antioxidante visto por meio da captura do radical DPPH ($85,11 \pm 0,62 \%$). Diante disso, pôde-se inferir que a atomização desse extrato se mostrou eficiente e vantajosa na manutenção desses compostos bioativos, pois não causou a perda deles durante o procedimento.

A respeito da obtenção de um pó de polpa detox utilizando liofilização e *spray dryer* como métodos de secagem, notou-se que o pó atomizado demonstrou solubilidade maior que o pó liofilizado, sendo este primeiro o que obteve a cor mais próxima da polpa congelada, ou seja, mostrou-se mais eficiente para manter a coloração do produto (IBIAPINA *et al.*, 2018).

3.5.5 Refratância window

De acordo com Jafari *et al.* (2016), a janela de refratância, mais conhecida como refratância window (RW) produziu um grande número de produtos, incluindo ingredientes lácteos, frutos do mar, frutas, sucos e nutracêuticos, tanto na forma seca quanto concentradas. Ressalta-se que a maioria das pesquisas com esse equipamento foram feitas com frutas e vegetais em purê ou suco, todavia, essa técnica tem chamado atenção para a secagem de fatias de vegetais e frutas também (OCHOA-MARTÍNEZ *et al.*, 2012).

O processo de secagem por refratância window, como pode ser observado na figura 8, é uma técnica nova em que a transferência de calor é por condução e radiação, sendo que o produto a ser seco é posto em uma folha de plástico fina, sendo esta aquecida por baixo através de ar quente circulante. Sugere-se que a utilização dessa folha fina de plástico transparente à radiação infravermelha promova a criação de uma “janela” pra essa radiação térmica da água quente para o material úmido. Diante disso, essa “janela” fecha-se paulatinamente dependendo da secagem do material e, assim evita que a amostra atinja temperaturas do banho de água (ORTIZ-JEREZ *et al.*, 2015; PUENTE *et al.*, 2020).

Figura 8-Refratância window



Fonte:<https://www.bid-on-equipment.com/processing/used-dryers/309411~mcd-technologies-refractance-window-dryer.htm>. Acesso: 6 de set. 2021

Esse método apresenta dentro dos alimentos uma temperatura de 70 °C e seca em tempos curtos (varia de 3 a 5 minutos para matérias pastosas), conforme a espessura do produto inserido. Em frutas ou vegetais (na forma sucos, polpas ou comidas fatiadas) é posto em cima de um plástico filme transparente à radiação infravermelha, o qual possui características

especiais associadas a refração. Esse plástico fica flutuando sobre uma água quente de 95°C a 97°C, com a finalidade da energia térmica da água passar para o alimento e influenciar na evaporação da sua umidade, através principalmente da radiação infravermelha (OCHOA-MARTÍNEZ *et al.*, 2012).

Esse tipo de secagem é considerado uma tecnologia de quarta geração, de acordo com as matérias-primas que podem ser utilizadas e na preservação dos atributos de qualidades dos produtos pretendidos. Por isso, tem chamado muita atenção, devido aos inúmeros benefícios, dentre eles o produto tem um custo baixo e, é mantido em temperaturas baixas e a secagem é rápida. Em uma pesquisa, sugere-se que os pigmentos ativos e compostos aromáticos responsáveis pelos atributos sensoriais e nutricionais característicos podem ser retidos através dessa técnica. Além do mais, não precisa de altas pressões operacionais e possui um escopo limitado para oxidação e produção de radicais livres, sendo que os produtos secos nesse equipamento possuem maior vida útil (RAGHAVI *et al.*, 2018; MOSES *et al.*, 2018).

Conforme a pesquisa de Caparino *et al.* (2012), no qual avaliou os efeitos dos métodos de secagem nas propriedades físicas e microestruturas do pó de manga (Philippine ‘Carabao’ var.), observou-se que pela secagem por refratância window formou um pó com a mesma qualidade (solubilidade e higroscopicidade) e características estruturais obtidas pelo método de liofilização e, ainda melhor que o pó produzido por *spray dryer* e em tambor.

Em outro trabalho sobre o uso da secagem por RW em polpa de amora dourada (*physalis peruviana* L.) e comparação com outras técnicas de secagem, verificou-se que por essa secagem, mesmo tendo o uso de um tempo prolongado (por ter utilizado uma temperatura mais baixa do usual), produziu um produto de excelente qualidade, comparável em muitos atributos a secagem por liofilização. Pôde-se ver que o conteúdo de compostos fenólicos não foi muito diferente, sendo que os flavonóides totais e, os carotenóides tiveram teores ligeiramente baixos. Contudo, pela técnica de RW houve uma cor mais próxima do fruto original do que na liofilização e a atividade antioxidante manteve-se em alto nível pelos ensaios de DPPH e ORAC (PUENTE *et al.*, 2020).

3.5.6 Secagem infravermelha

A secagem infravermelha é um dos métodos mais recentes, quando se fala de técnicas de conservação de alimentos, no entanto, é um processo com pouca aceitação das pessoas. É amplamente aplicada em vários países, principalmente industrializados e, está sendo expandida para os países em desenvolvimento. Pode ser usada como meio direto ou associada a outras técnicas a fim de atingir o mesmo objetivo. Do ponto de vista tecnológico, essa secagem atende

aos requisitos por possibilitar aos alimentos: estabilidade microbiológica e química, período extenso de armazenamento e condições de sanidade (PINTO *et al.*, 2018).

A técnica de secagem funciona pela transferência de calor, por meio da luz infravermelha, para o alimento ou produto, sendo eficaz na desidratação e conservação do alimento. O alimento é aquecido de maneira rápida e uniforme, sem necessitar do aquecimento do ar circulante para que o alimento fique seco. A profundidade de penetração da radiação infravermelha é dependente das características do alimento e do comprimento de onda da radiação (ADAK *et al.*, 2017; SÁNCHEZ-SÁENS *et al.*, 2015; GARDUSI *et al.*, 2014). Na figura 9, mostra o equipamento usado para secagem infravermelha.

Figura 9- Infravermelho



Fonte: Autor (2021).

O uso da radiação é um método capaz de prolongar a vida de prateleira dos alimentos, sem causar quaisquer danos à saúde. Ela mantém as propriedades dos alimentos, como cor, aparência e aroma e, não há contaminação pela radiação, pois em nenhum momento os alimentos entram em contato direto com a fonte. Entretanto, é necessário constar na embalagem do alimento que este passou por um “processo de irradiação” (LEONARDI *et al.*, 2018).

Essa tecnologia apresenta diversas vantagens: simplicidade do equipamento; necessidade diminuída de uma alta velocidade do ar, o que promove a redução do contato do oxigênio com o alimento; o alcance de altas taxas de transporte de calor; a facilidade do direcionamento do calor e transferência de energia eletromagnética do aparelho para o

alimento; associação com outras técnicas de aquecimento (condutivo, convectivo e microondas) e; ser um processo econômico de energia se comparado a outros métodos convencionais (DA SILVA NETO *et al.*, 2014).

No estudo de Cunha *et al.* (2014) sobre a secagem do abacate (*Persea americana*) no infravermelho, notou-se após a secagem manteve-se preservado os compostos bioativos presentes (vitamina C e flavonóides). Acerca do conteúdo vitamina C e de flavonóides no abacate *in natura* era de $24,15 \pm 3,15$ mg/100g e $3951,49 \pm 438,23$ /100g, respectivamente. Após a aplicação do método, o teor foi de $18,56 \pm 1,72$ mg/100g de ácido ascórbico e flavonóides na mesma temperatura foi de $2920,95 \pm 252,46$ µg/100g de amostra.

Na secagem infravermelha de morangos, observou-se que houve a retenção de teores de fenóis totais e antocianinas em relação a outros modelos experimentais. Mas também teve um aumento de certos compostos N, P e K e diminuição de outros Ca, Mg, Cu e Zn. As condições vistas para preservar os nutrientes de fruto foram potência 200W, temperatura 100 °C e velocidade do ar $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ (ADAK *et al.*, 2017).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a composição funcional em constituintes bioativos da farinha da pupunha (*Bactris gasipaes kunth*) obtida por secagens convectiva e infravermelha.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os rendimentos das farinhas;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos das farinhas;
- Determinar seus teores de Carotenoides e Conversão em Pró vitamina A;
- Avaliar seus teores de compostos fenólicos (Polifenóis totais);
- Avaliar seus teores de Flavonoides e Antocianinas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 PREPARO DA AMOSTRA

As amostras de pupunha amarela (*Bactris gasipaes kunth*, palmae) foram obtidas no mercado da 25 de setembro localizado no Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. As amostras foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo armazenadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal do Pará (UFPA), à temperatura de 7 °C. Lavados, higienizados e sanitizados. Posteriormente seguiram para o cozimento (com água somente) no fogo médio em uma panela de pressão, durante 25 minutos após pegar pressão.

5.2 TECNICAS DE SECAGEM

Para obtenção da farinha foram aplicados duas técnicas de secagem diferentes: por secagem convectiva, onde cortes de pupunha serão dispostas em bandejas e colocadas em uma estufa de secagem de circulação de ar forçado marca New Lab modelo 81-150 na temperatura de 50 °C e velocidade de ar de 1,0 m.s⁻¹ durante 24h; e por aplicação de luz infravermelha em balança SHIMADZU modelo MOC-63U após isso seguiram para trituração em moinho de facas tipo Willye marca Refrinox modelo TE650, seguido de sua classificação granulométrica em agitador de peneiras magnético BERTEL® modelo 1713. As amostras serão acondicionadas em embalagens à vácuo e sob papel laminadas sob o abrigo de luz, até o momento de realização das análises posteriores, com o objetivo de manter as propriedades das amostras.

5.3 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA

A Atividade de água do material in natura será realizada através de medida direta, em instrumento Labmaster-aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C;

5.4 PH

Será determinado, seguindo o método de nº 981.12 da AOAC (2010), realizando medida em potenciômetro, previamente calibrado com soluções de tampão PH 4 E 7, da marca Nova Orgânica, modelo PA200.

5.5 ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL

De acordo com as normas expressas por Adolfo Lutz (1985), a Acidez total titulável foi obtida por meio de titulação com NaOH 0,01N e indicador fenolftaleína com resultados descritos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g-1).

5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST)

SST °Brix será obtido pelo índice de refração de acordo com IAL (2008) através da leitura em refratômetro de bancada da marca Tecnal, modelo AR/200 digital.

5.7 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

5.7.1 CAROTENOIDES TOTAIS: A determinação do conteúdo total de Carotenoides da Pupunha será realizada por leitura espectroscópica em absorbância de 450 nm conforme as metodologias descritas por Rodriguez-Amaya (2001).

Equação 1

$$\text{Carotenos (ppm)} = \frac{V \text{ (mL)} \times A}{2592 \times m_0} 10^6$$

Onde, V = Volume total (mL)

m_0 = Massa da amostra (g)

A = Absorbância

Seguindo desta análise o teor de certos carotenoides será quantificado de acordo com a metodologia proposta por Vinha et al. (2014). Que consiste em 1 g de amostra extraída com 20 ml de cetona e posteriormente efetuada a leitura das absorvências do sobrenadante, aos comprimentos de onda 453 e 663 nm em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI. Tais como:

- Licopeno

Equação 4

$$\text{Licopeno (mg/g)} = -0,0458A_{663} + 0,204A_{645} + 0,372A_{505} - 0,0806A_{453}$$

-Carotenoides totais (conversão em pró-vitamina A):

- Teores de α -Caroteno

Equação 5

$$\text{Clorofila } a \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,999A_{663} + 0,0989A_{645}$$

- Teores de β - caroteno

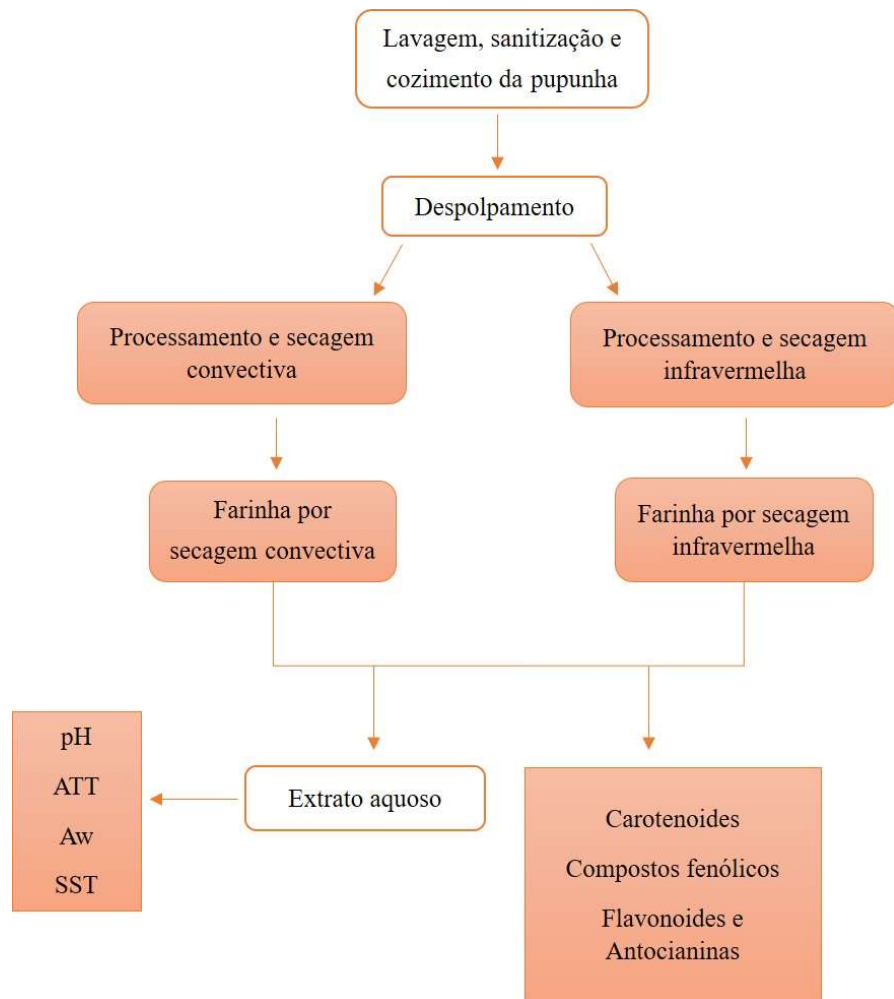
Equação 6

$$\beta - \text{caroteno } (mg/g) = -0,216A_{663} + 1,22A_{645} + 0,304A_{505} - 0,452A_{453}$$

5.7.2 ANÁLISE DE FLAVONÓIDES E ANTOCIANINAS: Para determinação de flavonoides e antocianinas foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Lees e Francis (1972) com leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas.

5.7.3 POLIFENÓIS TOTAIS

O teor de Polifenóis totais será analisado, de acordo com o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Ali akbarian et al. (2011), utilizando-se um espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI, a um comprimento de onda de 725 nm e os resultados foram calculados através da curva-padrão de ácido gálico com equação da reta $y=0,0017x$ ($R^2=0,9966$).

Figura 10- fluxograma das análises

Fonte: Autor (2021)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 RENDIMENTO DAS SECAGENS

Na tabela 2, mostra o rendimento das amostras secas em cada método, em que a secagem na estufa teve um rendimento de 39,88%, superior ao da secagem no infravermelho de 38,5%, entretanto, pode-se observar que não foram resultados tão distintos.

Tabela 2- Diferença de rendimento entre as secagens convectiva e infravermelha

	Secagem convectiva	Secagem infravermelha
Peso antes (g)	100	10
Peso depois (g)	39,88	3,85
Rendimento (%)	39,88	38,85

Fonte: Autor (2021).

Comparando-se com o trabalho de Alves *et al.* (2020), em que foram secas amostras de semente de murici em secagem de circulação forçada (convectiva) durante 4 horas na temperatura de 60 °C, observou-se um rendimento de 22%, bem inferior ao obtido nesta análise da polpa de pupunha por secagem convectiva e infravermelha. Ou seja, demonstra que a semente de murici possui mais umidade do que o fruto da presente pesquisa.

Em contraste, acerca de um estudo na obtenção de farinha de pupunha (secagem convectiva), a partir dos resíduos do exocarpo, notou-se que esta teve como rendimento 89,35% a matéria seca. Comparando-se os resíduos da pupunha com a polpa utilizada na pesquisa, pode-se perceber que a primeira possui menos umidade, por ter secado em um período de tempo bem menor de 4 horas e 50 minutos numa temperatura de 60°C (MARTÍNEZ-GIRÓN *et al.*, 2017).

Na pesquisa de Vilhena *et al.* (2020), sobre a castanha do Pará extraída, a qual passou por uma prensagem hidráulica e, posteriormente por uma secagem convectiva, apresentou 47% de rendimento, um percentual um pouco similar ao rendimento das secagens obtidos da polpa de pupunha desta pesquisa.

Com isso, pode-se inferir que a polpa da pupunha sofre variações em comparação com outras frutas amazônicas e possui menos umidade que os resíduos (exocarpo) do seu fruto realizando o mesmo método. Contudo, conforme visto os rendimentos podem sofrer variações, dependendo da amostra, tamanho da amostra, quantidade e método utilizado no processo.

6.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE

Os fatores intrínsecos (expressos na tabela 3) e extrínsecos em alimentos são os principais parâmetros utilizados pela indústria de alimentos para verificar se as medidas de qualidade e segurança estão sendo atendidas. Estes atributos são fundamentais para a definição de padrões de identidade e qualidade dos produtos, como o uso da embalagem mais adequada, forma de armazenamento e tempo de vida útil do produto. Visto que todos esses parâmetros podem contribuir no crescimento de microorganismos deteriorantes e patogênicos, a exemplo de bactérias, bolores e leveduras, porém, tratando-se desse tipo de alimento (farinhas) é mais comum proliferação de bolores xerofílicos e fungos osmofílicos (KLEIN; BRESCIANI; OLIVEIRA, 2015).

Tabela 3- Parâmetros de qualidade físico-química da farinha de pupunha amarela (*Bactris gasipaes* Kunth).

Análise	Secagem convectiva	Secagem infravermelha
pH	6,14±0,05	7,4±0,04
Aw	0,34±0,00	0,61±0,00
A.T.T.	2,13±0,30	1,49±0,30
S.S.T.	1,75±0,00	1,00±0,00

Valores de médias ± desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas. **Fonte:** Autor (2021).

A tabela acima demonstra que o pH de 7,4±0,04 da secagem infravermelha aproximou-se mais do neutro, enquanto que o pH de 6,14±0,05 da secagem convectiva encontrou-se numa faixa mais ácida. No estudo de Melo *et al.* (2017) obteve-se uma média de pH das amostras de farinha de pupunha *in natura* de 6,66±0,47, sendo similar ao valor encontrado na secagem da estufa. Em concordância com De Melo Silva *et al.* (2013), onde pH foi de 5,63±0,01, configurando-se também numa faixa mais ácida. Do ponto de vista tecnológico, quanto mais baixo o pH, ou seja, mais ácido o produto melhor (secagem convectiva), pois torna o meio mais inóspito para o desenvolvimento de microorganismos e o pH neutro torna-se mais viável (secagem infravermelha).

Em relação a atividade de água (Aw), a secagem convectiva apresentou uma Aw de 0,34±0,00 e a secagem no infravermelho de 0,61±0,00. Resultados parecidos foram encontrados na pesquisa de Martínez-Girón *et al.* (2017), em que teve como Aw o valor de 0,41±0,03 para amostras de resíduos de pupunha secos em secador convectivo. Em contraste com os achados

de Melo Silva *et al.* (2013), em que a A_w da polpa de pupunha foi de $0,97\pm 0,00$, em decorrência da mesma não ter passado por um método de secagem, sendo propício o desenvolvimento e crescimento de microorganismos, encurtando assim, sua vida de prateleira. Pode-se constatar que as amostras de pupunha seca por convecção teve um resultado mais significativo comparada a infravermelha e, assim, uma maior estabilidade.

Conforme Oliveira-Silva *et al.* (2018), os termos atividade de água e teor de água refletem um controle de qualidade dos alimentos. Em alimentos com $A_w < 0,60$, não foram observados crescimento microbiológico, representando como uma faixa segura para alimentos desidratados, levando em consideração o teor de água em estado livre. Diante disso, pode-se afirmar que as farinha produzida, a partir desses da secagem convectiva, encaixou-se mais nessa faixa controlada.

Na acidez total titulável (A.T.T), verificou-se que a amostra submetida a secagem na estufa ($2,13\pm 0,30$) teve um maior teor de acidez em relação a da secagem no infravermelho ($1,49\pm 0,30$), apesar de ter sido comprovado de maneira qualitativa o pH mais ácido da pupunha no primeiro método. Esses achados são parecidos aos encontrados por Pires *et al.* (2015), tanto da amostra de pupunha cozida com casca quanto sem casca, com os valores de $1,69\pm 0,02$ e $2,40\pm 0,1$, respectivamente. Frutos com acidez superior a 1%, são bem vistos pela indústria de alimentos, devido não ter a necessidade da adição de ácido cítrico para deixar o produto mais ácido e, assim, evitar o desenvolvimento de microorganismos (MELO *et al.*, 2017).

A respeito dos sólidos solúveis totais (S.S.T) presentes nessas amostras, observou-se o conteúdo de $1,00\pm 0,00$ para a secagem no infravermelho e de $1,75\pm 0,00$ para a secagem na estufa. Tal resultado, converge com a pesquisa de Carmo *et al.* (2021) trabalhando com as farinhas de tapioca, em que obteve como resultado $1,25\pm 0,07$, sendo essa farinha produzida em Santa Isabel e comercializada em feiras livres de Belém. Em outro estudo acerca do óleo essencial de pupunha feito por Alves *et al.* (2021), nota-se também valores similares no parâmetro de S.S.T de 1,45 a 1,46.

Conforme a Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 e Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016 (Brasil, 2016 e 2018), o valor mínimo permitido para SST é de 4,4% Brix, o que demonstra que os dados da presente pesquisa estão em concordância com a legislação vigente.

De acordo com parâmetros físico-químicos analisados, pode-se concluir que a pupunha tem potencial para ser utilizada como farinha, priorizando sua obtenção por meio da secagem

convectiva que pela secagem infravermelha, pois esta primeira aproximou-se mais a maioria dos parâmetros que impedem o desenvolvimento e crescimento de microorganismos.

6.3 QUALIDADE NUTRICIONAL E FUNCIONAL

6.3.1 Carotenoides

Conforme Xavier *et al.* (2016), os carotenoides estão diariamente presentes na alimentação, são eles que conferem a cor amarela, alaranjada e vermelha para frutas, vegetais e algumas oleaginosas, dentre elas a pupunha. Os principais carotenoides verificados na literatura na pupunha, foram o β - caroteno, α -Caroteno e γ -caroteno (CHISTÉ, 2021; MATOS *et al.*, 2019). Por isso, a análise desses tipos de carotenoides conforme expresso na tabela 4.

Tabela 4- Teor de carotenoides na secagem convectiva e infravermelha da farinha de pupunha amarela.

Análise	β - caroteno	α -Caroteno	γ -caroteno
Secagem convectiva (mcg/100g)	83±15,54	76,07±20,82	64,19±11,40
Secagem infravermelha (mcg/100g)	13,11±0,00	10,08±0,88	10,08±0,11

Valores de médias \pm desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas. **Fonte:** Autor (2021).

Pode-se verificar alto conteúdo de carotenoides na secagem convectiva, com 83±15,54 de β - caroteno, 76,07±20,82 de α -Caroteno e 64,19±11,40 γ -caroteno em relação aos teores encontrados na secagem infravermelha de 13,11±0,00, 10,08±0,88, 10,08±0,11, respectivamente.

Na pesquisa de Martínez-Girón e Ordóñez Santos (2016), evidenciou-se a presença do correspondente em mcg/100g de 125,90±2,80 de α -caroteno na farinha de pupunha, produzida a partir dos seus resíduos, um pouco maior que o encontrado nesta pesquisa. Contudo, essa diferença deve-se a diferentes partes do fruto analisadas e, assim, a possível variação no conteúdo desse composto. Tal justificativa corrobora com o Matos *et al.* (2019), o qual notou-se um maior teor de carotenoides presentes na casca da fruta da pupunha amarela alaranjada, em comparação com sua polpa.

Com o intuito de comparação, acerca da composição de carotenoides totais na farinha de pupunha preparada da polpa no estudo de Ribeiro *et al.* (2021), observou-se o teor de 2,5

mg/100g de carotenoides totais (convertendo-se para mcg representa 2500 mcg/100g), o que corresponde a 10 vezes mais a soma dos resultados obtidos nesta pesquisa.

Corroborando com o estudo De Lima, Da Silva e Furtado (2020), em que utilizou-se polpa de pupunha desidratada para enriquecimento de pão e, identificou-se o perfil de 71,53 $\mu\text{g/g}$ de carotenoides totais, equivalente a 715,3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ que, por sua vez, também é superior ao encontrado nas análises realizadas no fruto desta pesquisa. Logo, pode-se perceber o grande conteúdo de carotenoides que estão presentes no fruto da *Bactris gasipaes* Kunth, apesar do teor encontrado ter sido baixo na realização de métodos por diferentes secagens.

Corroborando-se com o trabalho de Matos *et al.* (2019), em que notou-se de β - caroteno o conteúdo de 7,3 mg/100g e de γ -caroteno 4,1mg/100g presente na casca da pupunha, o que se configura em 7300 mcg/100g e 4100mcg/100g, respectivamente. Portanto, nota-se a capacidade funcional da pupunha para ser inserida cada vez mais na alimentação, a possibilidade da sua utilização de utilização dos seus resíduos (como sua casca) na indústria de alimentos e inovação de preparações.

As diferenças de teores visto na comparação de diversas pesquisas com as análises realizadas no fruto deve-se ao local origem, a safra, condições climáticas, parte do fruto, métodos de extração, solventes utilizados, forma de expressar os dados, entre outros.

As concentrações obtidas para β - caroteno, α -Caroteno e γ -caroteno foram convertidas para retinol (RE) em $\mu\text{g}/100\text{g}$, a partir de uma regra de três simples. Conforme prescrito na RDC nº 269 de 29 de setembro de 2005, em que considera para cada μg de β - caroteno = 0,167 de RE, enquanto que para outros carotenoides pró-vitâmicos = 0,084 de RE (BRASIL, 2005).

Os carotenoides pró-vitamina A da pupunha amarela nas diferentes secagens e a Ingestão Diária de Referência (DRI) em RE para indivíduos, de acordo com seu ciclo da vida estão demonstrados na tabela 5 a seguir.

Tabela 5- Conversão de carotenoides em RE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

Análise	β- caroteno RE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	α-Caroteno RE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	γ-caroteno RE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	*DRI Vitamina A
Secagem convectiva	13,86	6,38	5,39	Criança 1-3 anos: 400 μg RE

				Criança 4-6 anos: 450 µg RE
				Criança 7-10 anos: 500 µg RE
Secagem infravermelha	2,18	0,84	0,84	Adultos: 600 µg RE Gestantes: 800 µg RE Lactantes: 850 µg RE

Valores de médias ± desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas. **Fonte:** Autor (2021).
* Brasil (2005).

Conforme a tabela acima, somando os valores dos carotenoides convertidos em RE da farinha obtida por secagem convectiva seria de 25,63 µg/100g, o que equivale a 6,4% da DRI de crianças de 1 a 3 anos e 4,27% da DRI de adultos o consumo de 100g dessa farinha. A respeito da farinha obtida por secagem infravermelha, o valor total de RE seria de 3,86 µg/100g, correspondente a 0,96% da DRI de crianças de 1 a 3 anos e 0,64% da DRI de adultos. Apesar de baixo o percentual, a farinha da secagem da estufa contribuiria melhor no fornecimento de vitamina A.

Contudo, com base na literatura acerca do teor de carotenoides totais e/ou específicos convertidos em RE presentes na farinha de pupunha, esta fornece valores recomendados até para adultos ou acima desses valores e, mesmo apresentando valores altos desses compostos, é necessário considerar a biodisponibilidade destes no organismo humano (RIBEIRO *et al.*, 2021; DE LIMA, DA SILVA e FURTADO, 2020; MATOS *et al.*, 2019). Pois nem todo o conteúdo ingerido vai ser absorvido e utilizado pelo organismo e, estima-se que os carotenoides possuam uma absorção menor que varia de 20 a 50% (MARTINS *et al.*, 2019).

Em relação ao teor de licopeno presentes na farinha de pupunha por diferentes secagens, a tabela 6 mostra os valores encontrados.

Tabela 6- Determinação de licopeno na farinha de pupunha em diferentes secagens.

Análise (mcg/100g)	Secagem convectiva	Secagem infravermelha
-----------------------	--------------------	-----------------------

Licopeno	54,49±9,22	8,76±0,10
----------	------------	-----------

Valores de médias ± desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas. **Fonte:** Autor (2021).

Os dados expressam valores discrepantes entre as duas secagens, na qual a secagem convectiva obteve-se um valor de 54,49±9,22 mcg/100g de licopeno, quase sete vezes maior que a secagem infravermelha. Pode ser explicado, em decorrência de diferentes maturações da fruta.

Acerca do conteúdo de licopeno na secagem convectiva, notou-se um conteúdo aproximado ao teor visto na manga tommy da pesquisa de Da Silva Oliveira *et al.* (2011) de 77,2 ± 58,4 mcg/100g, enquanto que na goiaba paluma e mamão formosa foram resultados bem maiores 6999,3 ± 2420,5 mcg/100g e 3137,5 ± 596,3 mcg/100g, respectivamente.

Diante disso, pode verificar que a farinha obtida pela secagem convectiva demonstrou um potencial para o conteúdo de licopeno, o que promove proteção principalmente as doenças cardiovasculares. Essas diferenças devem-se a frutos diferentes, estado de maturação, o local de cultivo, safra, condições climáticas, métodos de extração diferentes, entre outros.

6.3.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos possuem potencial nutracêutico funcional, pois ajudam na proteção contra o estresse oxidativo, que é causado pelos radicais livres quando há um desequilíbrio no organismo humano (GONÇALVES *et al.*, 2015). Na tabela 7 mostra o conteúdo de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas identificados na farinha de pupunha.

Tabela 7- Teor de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas em diferentes secagens da farinha de pupunha amarela.

Análise	Secagem convectiva	Secagem infravermelha
*Compostos fenólicos totais (mg AGE/100g)	4,95±1,15	5,84±3,46
Flavonoides (mg/100g)	104,1±0,14	114,7±0,05
Antocianinas (mg/100g)	45,4±0,17	75,7±0,43

Valores de médias ± desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas. **Fonte:** Autor (2021). *Valores expressos em mg/100g de ácido gálico de amostra.

Conforme detalhado na tabela acima, na secagem infravermelha verificou-se um teor de compostos fenólicos de $5,84 \pm 3,46$ mg AGE/100g, quase similar ao identificado na secagem da estufa $4,95 \pm 1,15$ mg AGE/100g. Os dois resultados foram inferiores a pesquisa de Martínez-Girón et al. (2017), que encontrou o valor de $23,40 \pm 1,40$ mg AGE/100g na pupunha, enquanto que acerca de compostos fenólicos presentes no óleo de pupunha na pesquisa de Santos et al. (2020) foi superior ao achado de $3,70 \pm 0,25$ mg AGE/100g. Os resultados desta pesquisa refletem o potencial desse fruto no combate aos radicais livres produzidos em excesso pelo organismo.

A respeito de flavonoides presentes na farinha, obteve-se um alto conteúdo para secagem convectiva e infravermelha o valor de $104,1 \pm 0,14$ mg/100g e $114,7 \pm 0,05$ mg/100g, respectivamente. Apresentaram teores maiores ao encontrado no trabalho de Santos et al. (2015), com 17 mg/100g nos frutos da pupunha e inferior a presença de flavonoides no extrato de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) do estudo Guex et al. (2020), o qual notou-se a concentração de $276 \pm 0,10$ mg/100g. Os teores encontrados nesta pesquisa demonstram uma ampla variedade de atividades biológicas e terapêuticas que a pupunha pode proporcionar.

Os teores de antocianinas tiveram resultados bem diferentes, em que na secagem infravermelha obteve-se $75,7 \pm 0,43$ mg/100g, bem maior ao identificado na secagem convectiva $45,4 \pm 0,17$ mg/100g. Estes foram valores mais expressivos se comparado a pesquisa de Santos et al. (2012) em diferentes frutas amazônicas, sendo 3,61; 1,42; 3,08; e 1,30 mg/100g tucumã, inajá, buriti e pupunha, respectivamente.

Pode-se constatar que os resultados encontrados acerca dos compostos fenólicos (flavonoides e antocianinas), especialmente antocianinas foram expressivos se comparada as pesquisas verificadas, demonstrando possuir uma boa ação antioxidante contra diversas doenças, como o câncer, doenças cardiovasculares, envelhecimento precoce, entre outras. Enquanto que os teores de compostos fenólicos totais foram baixos nas duas secagens.

7 CONCLUSÃO

As farinhas de pupunha tiveram nas duas secagens bons rendimentos (similares). Do ponto de vista tecnológico, é importante essa determinação para fabricação de um produto a partir desse fruto pela indústria de alimentos.

Ademais, as características físico-químicas das farinhas estão em conformidade com a legislação vigente. Contudo, é necessário dar destaque a farinha obtida por secagem convectiva, pois demonstrou auxiliar mais no controle microbiológico e enzimático e, devido a isso, oferecer maior estabilidade, vida de prateleira e qualidade ao produto.

Quanto aos compostos bioativos, nos dois métodos de secagem foram possíveis identificar teores dessas substâncias. Entretanto, a farinha obtida por secagem convectiva apresentou teores mais elevados de carotenoides, enquanto que acerca dos compostos fenólicos (flavonoides e antocianinas) foram mais evidentes na farinha por secagem infravermelha.

Portanto, pode-se inferir que a farinha de pupunha amarela tem um grande potencial para ser utilizada como farinha e inserida na alimentação da população seja como ingrediente para composição das refeições seja nas preparações culinárias, devido a alta estabilidade e propriedades funcionais bioativas presentes no fruto, contribuindo na prevenção e desenvolvimento de diversas DCNT's.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAK, N.; HEYBELI, N.; ERTEKIN, C. Infrared drying of strawberry. **Food chemistry**, v. 219, p. 109-116, 2017.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília: Agência; 2005.

AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, K.; SOUZA, F. das C. Do A. Caracterização dos frutos de Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivada na vila do Equador, RR: O que há de novo?. **Volume 8, Pags. CA1-CA5**, 2019.

ALEIXO, M.G. B.; LEAL, R. M.; DURÇO, B. B.; AZEREDO, D. R. P.; GOMES, A. S. G.; ESMERINO, E. A. Controle e redução de doenças crônicas não transmissíveis através da dieta à base de plantas: uma revisão abrangente. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 103-119, 2020.

ALI AKBARIAN B., CASAZZA A.A., PEREGO P. Valorization of olive oil solid waste using high pressure-high temperature reactor, *Food Chemistry*, 128, p.704- 710, 2011.

ALMEIDA, R. L.; SANTOS, N. C.; DOS SANTOS PEREIRA, T.; DE ALCÂNTARA SILVA, V. M.; CABRAL, M. B.; BARROS, E. R.; DA SILVA, L. R. I. Determinação de compostos bioativos e composição físico-química da farinha da casca de jabuticaba obtida por secagem convectiva e liofilização. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e157911876-e157911876, 2020.

ALVES, V. M.; DA SILVA, E. P.; DE MOURA, A. G.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Gabiroba e Murici: Estudo do valor nutricional e antinutricional da casca, polpa e semente. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e152953260-e152953260, 2020.

ALVES, W. F.; RIBEIRO, G. S.; SOUZA, M. C. D.; SOUZA, R. D. L.; OLIVEIRA, F. N. L. D.; MESQUITA, F. R. Análise físico-química do óleo essencial de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth-Arecaceae), do município de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 533-549, 2021.

ANUNCIAÇÃO, P. C.; GIUFFRIDA, D.; MURADOR, D. C.; FILHO, G. X. P.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Identification and quantification of the native carotenoid composition in fruits from the Brazilian Amazon by HPLC–DAD–APCI/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 83, p. 103296, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103296>

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. (1094. p) Gaithersburg, 2010.

BARBI, R. C. T.; HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; DA SILVA BAMBIRRA ALVES, F. E., BETA, T.; RIBANI, R. H. Ripe and unripe inajá (*Maximilia maripa*) fruit: a new high source of added value bioactive compounds. *Food Chemistry*, 127333, 2020. doi:10.1016/j.foodchem.2020.127333

BARONA, J.; J. J.; KOPEC, R. E.; COMPERATORE, M.; ANDERSEN, C.; SCHWARTZ, S. J.; FERNANDEZ, M. L. A. Mediterranean-style low-glycemic-load diet increases plasma carotenoids and decreases LDL oxidation in women with metabolic syndrome. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 6, p. 609-615, 2012.

BASTO, G. J.; CARVALHO, C. W. P.; SOARES, A. G.; COSTA, H. T. G. B.; CHÁVEZ, D. W. H.; DE OLIVEIRA GODOY, R. L.; PACHECO, S. Physicochemical properties and carotenoid content of extruded and non-extruded corn and peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth). **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 312-318, 2016.

BENNEMANN, G. D.; BOTELHO, R. V.; TORRES, Y. R.; CAMARGO, L. A.; KHALIL, N. M.; OLDONI, T. L. C.; SILVA, D. H. D. Compostos bioativos e atividade antirradicalar em farinhas de bagaço de uvas de diferentes cultivares desidratadas em liofilizador e em estufa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

BERNARDINA, R. G. D.; HOLTZ, S. G.; PRETTI, I. R.; CRUZ, L. L.; OLIVEIRA, D. B. Aproveitamento tecnológico do araçá-boi (*Eugenia stipitata*) como farinha para a alimentação. **Tecnologia de alimentos**, v.3, cap. 4, p. 54-62, 2020. doi: 10.37885/200801016

BEZERRA, C. V.; DA SILVA, L. H. M. Pupunha (*Bactris gasipaes*): General and Consumption Aspects. In: **Traditional Foods**. Springer, Boston, MA, 2016. p. 399-405.

BOHN, A.; TOMAZELLI J. R, O.; SCAPINELLO, J.; DAL MAGRO, J. Produção de microcápsulas do extrato supercrítico de jabuticaba (*plinia trunciflora*) através da atomização em spray dryer. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 4728-4735, 2015.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016. Estabelece em todo território nacional a complementação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. Brasília (DF): Diário Oficial da União, ed. 169;2016.p.2

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 37, de 1° de outubro de 2018. Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. Brasília (DF): Diário Oficial da União, ed. 194; 2018. p. 28.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. **Journal of food engineering**, v. 111, n. 1, p. 135-148, 2012.

CARDOSO, D. R.; PINTO, L. I. F.; DE LIMA, M. A.; SOARES, I. F.; DA SILVA ROCHA, F. P.; DA SILVA, R. A.; VIANA, V. G. F. Potencial tecnológico e composição de Farinha de Jenipapo (*Genipa americana* L.) obtida por secagem em convecção. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33448-33467, 2020.

CARVALHO, C. M.; FIGUEIRÊDO, R. M.; QUEIROZ, A. J.; GURJÃO, F. F. Caracterização do pó de umbu-cajá com leite de cabra e maltodextrina obtido pelo método de secagem em spray dryer. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 2, p. 37-42, 2017.

CARVALHO, R. P. LEMOS, J. G.; DE AQUINO SALES, R. S.; MARTINS, M. G.; NASCIMENTO, C. H.; BAYONA, M.; MONTEIRO, J. B. The consumption of red pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) increases hdl cholesterol and reduces weight gain of lactating and post-lactating wistar rats. **The journal of aging research & clinical practice**, v. 2, n. 3, p. 257, 2013.

CASTRO, A. M.; MAYORGA, E. Y.; MORENO, F. L. Mathematical modelling of convective drying of fruits: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 223, p. 152-167, 2018.

CHISTÉ, R. C.; COSTA, E. L. N.; MONTEIRO, S. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid and phenolic compound profiles of cooked pulps of orange and yellow peach palm fruits (*Bactris gasipaes*) from the Brazilian Amazonia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 99, p. 103873, 2021.

CHONG, S. Y.; WONG, C. W. Effect of spray dryer inlet temperature and maltodextrin concentration on colour profile and total phenolic content of Sapodilla (*Manilkara zapota*) powder. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 6, p. 2543-2548, 2017.

CONFORTIN, S. C.; ANDRADE, S. R.; DRAEGER, V. M.; MENEGHINI, V.; SCHNEIDER, I. J. C.; BARBOSA, A. R. Mortalidade prematura pelas principais doenças crônicas não transmissíveis nos estados do Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 6, Out. 2019.

COUGO, C. M. S.; LUNARDI, H.; ROSA, G. S. Cinética de degradação dos compostos bioativos da amora-preta durante o processo de secagem convectiva. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5219-5225, 2015.

DA SILVA NETO, M. L.; DO PRADO, M. M.; MARQUES, L. G. Transferência de massa na secagem infravermelho de sementes de pinhão-manso (*Jatropha Curcas L.*). **Scientia Plena**, v. 10, n. 3, 2014.

DA SILVA OLIVEIRA, D.; D., AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; DA COSTA PROENÇA, R. P.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

DA SILVA, H. R. P.; CUCO, R. P.; PORCIUNCULA, B. D. A.; DA SILVA, C. Avaliação dos parâmetros termodinâmicos e cinéticos de cenouras submetidas a secagem convectiva. **e-xacta**, v. 10, n. 2, p. 73-80, 2017.

DA SILVA, J.; DE SOUZA PEREIRA, V.; DA SILVA MEDEIROS, M. L.; DA SILVA, A. F. V.; MARTINS, G. M. V. Moldagem cinética da secagem da polpa de caqui (*Diospyros kaki L.*) em camada de espuma. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 74427-74442, 2021.

DE ANDRADE SILVA, C. A.; FONSECA, G. G. Brazilian savannah fruits: Characteristics, properties, and potential applications. *Food Science and Biotechnology*, v. 25 n.5, p. 1225–1232, 2016. doi:10.1007/s10068-016-0195-3

DE ARAUJO, M. L.; SILVA, C. F. C.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; DE SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, W. S. Atividade antimicrobiana do óleo de duas espécies (*Bactris gasipaes* Kunth e *Bactris dahlgreniana*) de pupunha frente ao crescimento de *Staphylococcus aureus*. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 3, 2012.

DE FARIAS LEITE, D. D.; PEREIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, A. P.; DE ASSIS MENDES, F.; ALEXANDRE, H. V. Avaliação da cinética de secagem da carambola em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 1-4, 2016.

DE LIMA, D. G.; DA SILVA, R. F.; FURTADO, M. T. Chemical Composition and Microbiological Aspects of Enriched Breads with Integral Pulp of Dehydrated Pupunha. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 10, n. 1, p. 5352-5366, 2020.

DE MARTINI, R. E.; PRICHOA, V. P.; MENEGAT, C. R. Vantagens e desvantagens da implantação de silo de armazenagem de grãos na granja De Martini. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU**, V, v. 4, 2009.

DE MELO SILVA, L. M.; DE SOUSA, F. C., DE CASTRO, D. S., NUNES, J. S., & ALMEIDA, F. D. A. C. Avaliação das características físicas e físico-químicas da pupunha. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 43, 2013.

DE MENEZES FILHO, A. C. P.; DE OLIVEIRA FILHO, J. G., CHRISTOFOLI, M., & DE SOUZA, C. F. Atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais, carotenoides e provitamina A em extratos vegetais do Cerrado goiano. **UNICIÊNCIAS**, v. 22, n. 1, p. 28-32, 2018.

DE MORAES ARNOSO, B. J.; DA COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 18, n. 1, p. 39-48, 2019.

DE SOUZA LIMA, ELIZEU; MONTANARI, R.; LOVERA, L. H.; FERRARI, S.; DA SILVA, T. D. S.; ANDRADE, Q. H. Spatial correlation of productive component for peach palm crop and some physical attributes of Eutrochrept soil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p. 163-170, 2016.

DE SOUZA MESQUITA, L. M.; L. M., MARTINS, M.; MARICATO, É.; NUNES, C.; QUINTEIRO, P. S.; DIAS, A. C.; VENTURA, S. P. Ionic liquid-mediated recovery of carotenoids from the *Bactris gasipaes* fruit waste and their application in food-packaging chitosan films. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 10, p. 4085-4095, 2020.

DE SOUZA, F. G.; LIMA, R. A. A importância da família Arecaceae para a região Norte. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 100-110, 2019.

DE SOUZA, Í. P.; RUFFATO, S. Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho secados naturalmente. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e44010817334-e44010817334, 2021.

DE VILHENA, A. E. G.; DA CRUZ SEHWARTZ, R. L.; DA SILVA BEZERRA, P. T.; BRASIL, D. D. S. B. Caracterização físico-química do óleo de castanha do Pará extraído por prensagem hidráulica. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 3, p. 859-865, 2020.

DIAS, L.; BRUNES, A.; MARTINS, A.; XAVIER, F.; RADKE, A. Teor de clorofila e carotenóides de sementes de alface com e sem priming revestidas com diferentes colorações. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 13, n. 24, 2016.

DINIZ, R. R. S.; DE MEDEIROS, S. A.; GUERRA, H. O. C.; DE SALES, J. C. R.; DE MEDEIROS, L. C. Avaliação de secagem de sementes de melão (*cucumis melo* L.) usando diferentes metodologias em município do Semiárido paraibano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 2150-2158, 2020.

DO CARMO, J. R.; DA SILVA PENA, R. Caracterização físico-química de farinhas de tapioca produzidas e comercializadas em diferentes localidades no estado do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 83874-83883, 2021.

DOS SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G. D.; ROCHA, É. M. D. F. F.; DA COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 508-514, 2014.

DOS SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

DOS SANTOS, L. S.; MEDEIROS, J. S.; TOLEDO, A. M. N.; VIANA, L. F.; MACHADO, M. I. R.; MACHADO, A. R. Processo de encapsulação de extrato aquoso liofilizado e não liofilizado de mangaba em vesículas lipídicas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 2180-2188, 2020.

DOS SANTOS, M. A. S.; PROTÁZIO, D. C.; DA COSTA, G. P.; REBELLO, F. K., MARTINS, C. M.; BEZERRA, A. S. Profile of peach palm fruit consumers in the Metropolitan Region of Belém, Pará, Brazilian Amazon.

DOS SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. S. M.; DE BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015. <https://doi.org/10.3390/antiox4030591>

DUARTE, E. L.; CARLOS, L. A.; GONÇALVES, C. R.; DE ANDRADE, R. M.; DE OLIVEIRA, K. G. Influência da liofilização sobre os carotenoides de frutos do cerrado e comportamento higroscópico dos pós-liofilizados. **Biológicas & Saúde**, v. 7, n. 23, 2017. EMBRAPA. Tecnologia para obtenção de biscoito adicionado de farinha de pupunha. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194334/1/CPATU-ComTec307.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2020.

FARIA, J. V. ET AL VALIDO, I. H.; PAZ, W. H.; DA SILVA, F. M.; DE SOUZA, A. D.; ACHO, L. R.; BATAGLION, G. A. Comparative evaluation of chemical composition and biological activities of tropical fruits consumed in Manaus, central Amazonia, Brazil. **Food Research International**, v. 139, p. 109836, 2021.

FELISBERTO, M. H. F.; COSTA, M. S.; BOAS, F. V.; LEIVAS, C. L.; FRANCO, C. M. L.; DE SOUZA, S. M.; CORDEIRO, L. M. C. Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. **Food research international**, v. 136, p. 109569, 2020.

FERNANDES, L. L.; SILVA, B. M. Alimento funcional: propriedades da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista Farol**, v. 6, n. 6, p. 49-60, 2018.

FERREIRA-SANTOS, P.; APARICIO, R., CARRÓN, R., MONTERO, M. J., & SEVILLA, M. Á. Lycopene-supplemented diet ameliorates metabolic syndrome induced by fructose in rats. **Journal of Functional Foods**, v. 73, n. 8, p. 1-9, 2020.

FIRMO, W. C. A.; MIRANDA, M. V.; COUTINHO, G. S. L.; BARBOZA, J. R.; ALVES, L. P. L.; OLEA, R. S. G. Determinação de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de *Lafoensia pacari* (LYTHRACEAE). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2015.

FRAGATA, R. T. Caracterização morfodescritivas das raças da espécie *Bactris gasipaes* (pupunha) na região do Zé açú no município de Parintins-AM. 2017.

GARDUSI, F.; MENDES, L. G.; NOGUEIRA, G. D. R.; SILVA, D. I. S.; BARROZO, M. A. S. Secagem da casca da mexirica por irradiação infravermelha e comparação dos compostos bioativos desta in natura e após a secagem. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 1, 2014.

GIOMBELLI, C.; IWASSA, I. J.; DA SILVA, C.; BARROS, B. C. B. Valorization of peach palm by-product through subcritical water extraction of soluble sugars and phenolic compounds. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 165, p. 104985, 2020.

GIRÓN, J. M.; RODRÍGUEZ, X. R.; ZÁRATE, L. X. P.; SANTOS, L. E. O. Caracterización físicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*bacterisgasipaes* Kunth, *Arecaceae*) obtenida por secado convectivo. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.18, n.3, p.599-613, 2017.

GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.

GUIMARÃES, L. B.; MUNIZ, F. R. L.; SOUZA, M. A.; CAIAFA, T. B.. PUPUNHA: versatilidade na gastronomia. **Revista de Gastronomia**, v. 1, n. 2, 2019.

IBIAPINA, A.; DE AGUIAR, A. O.; TORRES, E. A.; DA SILVA SOARES, C. M.; ZUNIGA, A. D. G. Obtenção de pó de polpa detox utilizando liofilização e spray drying como métodos de secagem. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 3, 2018.

JAFARI, S-M; AZIZI, D.; MIRZAEI, H.; DEHNAD, D. Comparing quality characteristics of oven-dried and Refractance Window-dried kiwifruits. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, n. 3, p. 362-372, 2016.

KLEIN, A. L.; BRESCIANI, L.; OLIVEIRA, E. C. Características físico-químicas de biscoitos comerciais do tipo cookies adquiridos no vale do taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 7, n. 4, 2015.

KOWALSKI, L.; DA SILVA, A. D.; PAGNO, A. R.; PIANA, M. Atividade Antimicrobiana de Flavonoides: uma Revisão de Literatura. **Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas**, v. 4, n. 1, p. 51-65, 2020.

LANGI, P.; KIOKIAS, S.; VARZAKAS, T.; PROESTOS, C. Carotenoids: From Plants to Food and Feed Industries. *Microbial Carotenoids*, p.57–71, 2018. doi:10.1007/978-1-4939-8742-9_3

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in Cranberries. **Hortiscience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LEITE, D. D. F.; PEREIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, A. P.; MENDES, F. A.; ALEXANDRE, H. V. Avaliação da cinética de secagem da carambola em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 01-04, 2016.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2018.

LIMA, N. C. R.; DOS SANTOS JUNIOR, J. M.; GUIMARÃES FILHO, E. E. X.; COSTA, R. M. M.; SANTANA, A. A. Cinética de secagem e difusividade efetiva do Abiu (*Pouteria caimito*). **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 1, p. 2-10, 2021.

LLANSOLA-PORTOLES, M. J.; PASCAL, A. A.; ROBERT, B. Electronic and vibrational properties of carotenoids: from in vitro to in vivo. **Journal of The Royal Society Interface**, v. 14, n. 135, p. 20170504, 2017.

LOBATO, J. M.; DE MELO COSTA, D. D.; DE OLIVEIRA LIMA, D.; BARROS, F. D. D.; REIS, R. D. F. M.; BARROS, F. R.; DA COSTA, A. J. G. Carotenóides na prevenção e no tratamento da síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 5, p. 15594-15605, 2020.

LOPES, S. R. F.; FILHO, A. F. S.; TORO, M. J. U.; TERRAZAS, W. D. M. Pesquisa de compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de Inajá (*Maximilianamaripa* AUBLT. Drude). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20347-20355, 2020. doi:10.34117/bjdv6n4-273

LUTZ, I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4.ed. São Paulo: 2008. v.1.

MACHADO, M. P.; BERGO, C. L.; DESCHAMPS, C.; BIZZO, H. R.; BIASI, L. A. Efeito da secagem natural e artificial da biomassa foliar de *Piper hispidinervum* na composição química do óleo essencial. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 265-270, 2013.

MALTA, D. C.; ANDRADE, S. S. C. A.; OLIVEIRA, T. P.; MOURA, L.; PRADO, R. R.; SOUZA, M. F. M. Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, 2019. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190030>.

MARIA, A. G.; GRAZIANO, R.; NICOLANTONIO, D.'Orazio. Carotenoids: potential allies of cardiovascular health?. **Food & nutrition research**, v. 59, n. 1, p. 26762, 2015.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, X.; PINZÓN-ZÁRATE, L.; ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, *Arecaceae*) obtenida por secado convectivo. **Ciencia & Tecnología Agropecuaria**, v. 18, n. 3, p. 599-613, 2017.

MARTÍNEZ GIRÓN, J.; ORDÓÑEZ SANTOS, L. E. Determinación de la concentración de pigmentos carotenoides en harina de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). **Producción+ Limpia**, v. 11, n. 1, p. 85-93, 2016.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; OSORIO, C.; ORDOÑEZ-SANTOS, L. E. Effect of temperature and particle size on physicochemical and techno-functional properties of peach palm peel flour (*Bactris gasipaes*, red and yellow ecotypes). **Food Science and Technology International**, p. 10820132211025133, 2021.

MARTINS, A. P. R.; MASQUIO, D. C. L. O papel da vitamina A na saúde materno-fetal: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 20, p. e518-e518, 2019.

MATOS, K. A. N.; LIMA, D. P.; BARBOSA, A. P. P.; MERCADANTE, A. Z.; CHISTE, R. C. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry**, v. 272, p. 216-221, 2019.

MATTOS, A. C.; OLIVEIRA, R. S.; REZENDE, A. A.; BARBOSA, R. R.; RIBEIRO, E. F.; CORREIA, G.G. S.; SILVA, F. C.; BASSOLI, B. K. Ingestão do fruto do tucumã-do-amazonas (*astrocaryumaculeatum g. mey*) promove modulação dos níveis de colesterol plasmático em ratos. **Biodiversidade**, v.19, n.1, p. 2-16, 2020.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; PEREIRA, M. R. R. Atividade antimicrobiana de óleos extraídos de açai e de pupunha sobre o desenvolvimento de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, 2012.

MELO, C. M. T.; COSTA, L. L.; PEREIRA, F. C.; DE CASTRO, L. M.; NEPUMOCENO, S. Análises físico-químicas do fruto "in natura" da pupunha. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, v. 3, n. 1, p. 13-17, 2017.

MENEZES, B.; PINTO, V. C.; DE ANDRADE MATTIETTO, R.; LOPES, A. S. Tecnologia para obtenção de biscoito adicionado de farinha de pupunha. **Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2019.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017.

MORAES, F. P.; SILVA, E.; ROCHA, P.; FERNANDES, T.; VIDAL, R.; CORREIA, R. Impacto da secagem convectiva sobre os compostos bioativos e atividade antioxidante do resíduo de caju (*Anacardium Occidentale L.*). **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5145-5152, 2015.

MORAIS, D. Y. de M. N.; NETO, A. F.; DE SOUZA COSTA, J. D.; PEREIRA, A. G.; BARBOZA, F. A.; ALENCAR, C. H. F. Caracterização de uvas-passas da variedade "Crimson" submetidas a pré-tratamentos produzidas por diferentes métodos de secagem natural. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3240-3247, 2021.

NASCIMENTO, A. P. S.; BARROS, S. L.; SANTOS, N. C.; ARAÚJO, A. J. B.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; DUARTE, M. E. M. Secagem convectiva e influência da temperatura nas propriedades físico-químicas das amêndoas de girassol comercial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 20, n. 3, p. 227-238, 2018.

NASCIMENTO, V. R. G.; BIAGI, J. D.; OLIVEIRA, Rafael A. de. Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 686-692, 2015.

NERI-NUMA, I. A.; SANCHO, R. A. S.; PEREIRA, A. P. A.; PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345-360, 2018.

NETO, J. R. C.; SCHUNEMANN, A. P. P.; DOS SANTOS ANDRADE, M. D. G.; SILVA, S. D. M. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em frutos de cajá-manga. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 36, n. 1, 2019.

OCHOA-MARTÍNEZ, C. I.; QUINTERO, P. T.; AYALA, A. A.; ORTIZ, M. J. Drying characteristics of mango slices using the Refractance Window™ technique. **Journal of Food engineering**, v. 109, n. 1, p. 69-75, 2012.

OLIVEIRA-SILVA, S.; DE CARVALHO, J. M.; PEREIRA, E. C.; DA CUNHA LIMA-MELO, L. M.; DOS SANTOS-ARAÚJO, R. Atividade antimicrobiana e caracterização físico-química de urucum (*Bixa orellana* L.) em diferentes estádios de maturação. **Rev. Bras. Prod. Agroind., Campina Grande**, v. 20, p. 49-57, 2018.

Organização Mundial da Saúde (WHO). Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)-+Brasil. 10 Principais causas de morte no mundo. Folha Informativa.2018. [Citado em 20maio de 2020]. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5638:10-principais-causas-de-morte-no-mundo&Itemid=0.

ORTIZ-JEREZ, M. J.; GULATI, T., DATTA, A. K., & OCHOA-MARTÍNEZ, C. I. Quantitative understanding of refractance window™ drying. **Food and Bioproducts Processing**, v. 95, p. 237-253, 2015.

PEIXOTO, Y.; ULLMANN, G.; SILVA, D.; BARROZO, M. Secagem da casca do abacate (*persea americana*) e a avaliação do comportamento do teor compostos bioativos. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 428-433, 2014.

PEREIRA, T. C. J.; RIBEIRO, L. S. O.; PEREIRA, M. L. A.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. D.; PEREIRA, C. A. R. Feeding behavior of goat kids fed diets containing peach palm meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, 2019.

PETERSEN, L. N.; POULSEN, N. K.; NIEMANN, H. H.; UTZEN, C.; JØRGENSEN, J. B. Comparison of three control strategies for optimization of spray dryer operation. **Journal of Process Control**, v. 57, p. 1-14, 2017.

PINTO, S. M. Formas de uso da radiação para conservação dos alimentos: uma abordagem bibliográfica. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 14, n. 2, 2018.

PIRES, M. B.; AMANTE, E.; RODRIGUES, A.; DA SILVA, L. H. M. Caracterização das propriedades físico-químicas, tecnológicas e viscoamilográficas da farinha de pupunha (*Bactris gasipae* kunt). **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 3402-3409, 2015.

PUENTE, L.; VEGA-GÁLVEZ, A.; AH-HEN, K. S.; RODRÍGUEZ, A.; PASTEN, A.; POBLETE, J.; MUÑOZ, M. Refractance Window drying of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pulp: A comparison of quality characteristics with respect to other drying techniques. **LWT**, v. 131, p. 109772, 2020.

RABELLO, A. A.; DO CARMO RESENDE, Ú.; GOMES, F. D. C. O.; DE RESENDE MACHADO, A. M.; MARTINS, E. C.; SOARES, Í. V. Utilização da radiação infravermelha na secagem de amostras de banana. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39317-39330, 2021.

RAGHAVI, L. M.; MOSES, J. A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Refractance window drying of foods: A review. **Journal of food engineering**, v. 222, p. 267-275, 2018.

REFOSCO, E. K.; CHOCHUK, M. M.; GASPARETTO, N. R.; MAZUR, C. E. Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão de literatura. **Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 13, n. 1, 2019.

RIBEIRO, G. S.; MONTEIRO, M. K. C.; DO CARMO, J. R.; DA SILVA PENA, R.; CHISTÉ, R. C. Peach palm flour: production, hygroscopic behaviour and application in cookies. **Heliyon**, v. 7, n. 5, p. e07062, 2021.

RIBEIRO, J. C.; PEREIRA, M. G., GADIOLI, J. L.; ALMEIDA, J. C. R. D. Litterfall Dynamics and Nutrient Cycling in an Experimental Plantation of Peach Palm (*Bactris gasipae* Kunth). **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 2, 2020.

RIBEIRO, J. S.; ZANUTO, M. E.; SOUZA, C. C. E. D.; VELOSO, C. M. Avaliação da atividade antioxidante e determinação de constituintes fenólicos em frutos de pupunha e mandacaru. **Hig. alim.**, p. 1239-1243, 2019.

RIBEIRO, P. R. E.; SANTOS, R. C.; CHAGAS, E. A.; FILHO, A. A. M.; MONTEIRO, I. F.; CHAGAS, P. C.; ABREU, H. D. F.; MELO, A. C. G. R. α -Tocopherol in AmazonFruits. **Chemical Engineering Transactions**, v. 64, 2018.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.A. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. 64 p, 2001.

SÁNCHEZ-SÁENZ, C. M.; NASCIMENTO, V. R.; BIAGI, J. D.; OLIVEIRA, R. A. D. Mathematical modeling of the drying of orange bagasse associating the convective method and infrared radiation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 1178-1184, 2015.

SANTOS, I. L.; STEEL, C. J., AGUIAR, J. P. L., SCHMIELE, M., DE SALES FERREIRA, J. E. C., & DO AMARAL SOUZA, F. D. C. Sensory analysis of extruded corn-based breakfast cereals with whole peach palm fruit (*Bactris gasipaes*, kunth) powder. **African Journal of Food Science**, v. 11, n. 9, p. 310-317, 2017.

SANTOS, M. F. G.; M. D. F. G., MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. D. S. M.; DE BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

SANTOS, M. F. G. et al. **Qualidade e potencial funcional da porção comestível e do óleo de frutos de palmeiras nativas oriundas do Amapá**. 2012. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

SANTOS, O. V.; SOARES, S. D.; DIAS, P. C. S.; DUARTE, S. P. A.; SANTOS, M. P. L.; NASCIMENTO, F. C. A. Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*BactrisgasipaesKunth*): implications for human health. *Revista de Nutrição*, v. 33, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-9805202033e190146>.

SERAGLIO, S. K. T.; GONZAGA, L. V.; HELM, C. V.; NEHRING, P.; OLIVO, I. S.; FETT, R. Avaliação da capacidade antioxidante in vitro e determinação de compostos fenólicos em diferentes sistemas de extração em frutos de pupunha. **Revista CSBEA**, v. 1, n. 1, 2015.

SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. DA C.; DE FREITAS, R. A.; MEIRELLES, A. J. DE A.; DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M. DA. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. *Food Research International*, v.116, p. 12–19, 2019. doi:10.1016/j.foodres.2018.12.028

SILVEIRA, E. L. et al. Prevalência e distribuição de fatores de risco cardiovascular em portadores de doença arterial coronariana no Norte do Brasil. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 20, n. 3, p. 167-173, 2018.

SIQUEIRA, A. S. E.; DE SIQUEIRA-FILHO, A. G.; LAND, M G. P. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no Brasil. **Arq Bras Cardiol**, v. 109, n. 1, p. 39-46, 2017.

SMANIOTTO, T. A. de S.; RESENDE, O.; SOUSA, K. A. D.; DE OLIVEIRA, D. E.; CAMPOS, R. C. Drying kinetics of sunflower grains. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 203-208, 2017.

TORRES-VARGAS, O. L.; LUZARDO-OCAMPO, I.; HERNANDEZ-BECERRA, E.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M. E. Physicochemical Characterization of Unripe and Ripe Chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) Fruit Flours and Starches. **Starch-Stärke**, p. 2000242, 2021.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 50-58, 2012.

VINHA, A. F. *et al.* Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. **LWT. Food Science and Technology**. 55 pp. 197-202, 2014.

VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 933-941, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017001000013>

World Health Organization. Noncommunicable diseases progress Monitor 2020 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020 [cited 2020 May 20]. 224 p. Available from: <https://www.who.int/publications-detail/ncd-progress-monitor-2020>.

XAVIER, A. A. O.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. Carotenoids as a Source of Antioxidants in the Diet. In: **Carotenoids in Nature**. Springer, Cham. p. 359-375, 2016.

YAMAGUCHI, S. K. F.; KREBS, C. S., BERTOLLI, S. L., & CARVALHO, L. F. Liofilização de produtos lácteos: Uma revisão. **Revista Espacios**, v. 38, p. 1-12, 2017.